

SÉRIE A : n° 765

N° d'ordre : 1545

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

M^{lle} YVONNE TROUARD RIOLLE

*Agrégée de l'enseignement secondaire des jeunes filles
pour les sciences physiques, chimiques et naturelles*

1^{re} THÈSE. — Recherches morphologiques et biologiques sur le genre
Raphanus

2^e THÈSE. — Propositions données par la Faculté

Soutenues le 15 juin 1914 devant la Commission d'examen

MM. GASTON BONNIER . . .	Président
HAUG	} Examinateurs
HÉROUARD	

NANCY

IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT

18, RUE DES GLACIS, 18

1914

SÉRIE A : n° 765

N° d'ordre : 1545

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

M^{lle} YVONNE TROUARD RIOLLE

*Agrégée de l'enseignement secondaire des jeunes filles
pour les sciences physiques, chimiques et naturelles*

1^{re} THÈSE. — Recherches morphologiques et biologiques sur le genre
Raphanus

2^e THÈSE. — Propositions données par la Faculté

Soutenues le 5 juin 1914 devant la Commission d'examen

MM. GASTON BONNIER . . .	Président
HAUG	} Examinateurs
HÉROUARD	

NANCY

IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT

18, RUE DES GLACIS, 18

1914



FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

MM.

<i>Doyen</i>	P. APPELL, <i>professeur</i> .	Mécanique analytique et Mécanique céleste.
<i>Doyen honoraire</i> . . .	G. DARBOUX, —	Géométrie supérieure.
<i>Professeurs honoraires</i> .	Ch. WOLF.	
	J. RIBAN.	
<i>Professeurs</i>	LIPPMANN	Physique.
	BOUTY	Physique.
	BOUSSINESQ.	Physique mathém. et calcul des probabilités.
	PICARD	Analyse supérieure et algèbre supérieure.
	Y. DELAGE	Zoologie, anatomie, physiologie comparée.
	Gaston BONNIER . . .	Botanique.
	DASTRE	Physiologie.
	KÖNIGS	Mécanique physique et expérimentale.
	VÉLAIN	Géographie physique.
	GOURSAT	Calcul différentiel et calcul intégral.
	HALLER	Chimie organique.
	JOANNIS	Chimie (Enseignement P. C. N.).
	JANET	Physique —
	WALLERANT	Minéralogie.
	ANDOYER	Astronomie.
	PAINLEVÉ	Mécanique rationnelle.
	HAUG	Géologie.
	HOUSSAY	Zoologie.
	H. LE CHATELIER . . .	Chimie.
	Gabriel BERTRAND . . .	Chimie biologique.
	M ^{me} P. CURIE	Physique générale.
	CAULLERY	Zoologie (Évolution des êtres organisés).
	C. CHABRIÉ	Chimie appliquée.
	G. URBAIN	Chimie.
	Émile BOREL	Théorie des fonctions.
	MARCHIS	Aviation.
	Jean PERRIN	Chimie physique.
	G. PRUVOT	Zoologie, anatomie, physiologie comparée.
	MATRUCHOT	Botanique.
	ABRAHAM	Physique.
	CARTAN	Calcul différentiel et calcul intégral.
	Cl. GUICHARD	Mathématiques générales.
	MOLLIARD	Physiologie végétale.
	N...	Application de l'analyse à la géométrie.
	N...	Histologie.
	PUISEUX	Mécanique et astronomie.
	LEDUC	Physique.
	MICHEL	Minéralogie.
	HÉROUARD	Zoologie.
	Léon BERTRAND	Géologie.
<i>Professeurs adjoints</i> . .	Rémi PERRIER	Zoologie (Enseignement P. C. N.).
	COTTON	Physique.
	LESPIEAU	Chimie.
	GENTIL	Pétrographie.
	SAGNAC	Physique (Enseignement P. C. N.).
<i>Secrétaire</i>	PEREZ	Zoologie (Évolution des êtres organisés).
	D. TOMBECK	

A LA MÉMOIRE DE MON MAÎTRE REGRETTÉ

ÉDOUARD GRIFFON

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A L'ÉCOLE NATIONALE D'AGRICULTURE DE GRIGNON

A MES PARENTS BIEN-AIMÉS

Filial homage

de respectueuse affection



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Recherches morphologiques et biologiques

SUR LE GENRE

RAPHANUS

INTRODUCTION

« L'origine, la première patrie des végétaux les plus utiles à l'homme et qui le suivent depuis les époques les plus reculées est un secret aussi impénétrable que la demeure première de tous les animaux domestiques (1). »

« Il semble de plus que les plantes utilisées et cultivées depuis un temps immémorial sont précisément celles dont les botanistes ont le plus négligé l'étude (2). » La question, il est vrai, est très complexe, mais elle est bien digne de fixer notre attention « tant par son importance réelle que par l'intérêt de curiosité qu'offre naturellement à l'esprit ce qui nous touche de près » (3).

Élevée dans un milieu essentiellement agricole, je me trouvais à même d'étudier de préférence les plantes cultivées.

Guidée par mon regretté maître Édouard GRIFFON, j'ai fait converger toutes mes recherches sur le modeste Radis de nos jardins. Mon ambition a été de répondre de mon mieux à la confiance que m'avait témoignée ce savant, quand, en 1914, il avait bien voulu m'admettre à collaborer au plan d'ensemble qu'une mort prématurée ne lui a pas permis d'achever.

Il m'écrivait en effet, au mois de juillet 1914 : « Je suis heureux

(1) HUMBOLDT, cité par DE CANDOLLE, *Origine des plantes cultivées*, 1883. Félix Alcan, édit., p. 361.

(2) GODRON, *Espèces et races dans les êtres organisés*, 1859, p. 48, t. II.

(3) JORDAN, *Origine des variétés ou espèces d'arbres fruitiers*, p. 1.

d'apprendre que vous êtes fixée pour le choix du sujet : Recherches morphologiques et biologiques sur le genre *Raphanus*.

« Je vous dirai que c'est un peu systématiquement que je vous ai orientée de ce côté. Je voudrais que Grignon fit faire quelques progrès à la botanique agricole. M. Pierre BERTHAULT a commencé par la Pomme de terre, M. MOREAU étudie les Choux, vous les Radis. Dans une dizaine d'années il y aura, je pense, un ensemble d'une certaine importance. »

Atteint de la maladie qui devait si vite l'enlever à ses élèves, il dirigea jusqu'à la fin les travaux qu'il m'avait inspirés. Je me suis fait un devoir de suivre autant que possible ses directions et de terminer ce travail pour l'offrir à sa mémoire comme un dernier hommage de respectueuse reconnaissance.

En dehors de l'intérêt général que je viens d'indiquer, l'étude du genre *Raphanus* soulève une question beaucoup plus spéciale et particulièrement intéressante se rapportant à l'origine des espèces.

En 1869 (1), CARRIÈRE avait en effet présenté à la Société d'Horticulture un long mémoire dans lequel il prétendait avoir démontré le passage, en quatre générations, d'une espèce linnéenne, *Raphanus Raphanistrum*, en une autre : *Raphanus sativus*. Cette communication avait donné lieu à cette époque à de nombreuses polémiques; puis le silence s'était fait sans que le problème fût élucidé.

Toutes les objections faites aux expériences de CARRIÈRE et en particulier celles de HÉRINCQ (2) étaient purement théoriques et me paraissaient sans valeur au point de vue scientifique. Néanmoins, CARRIÈRE ne s'était pas mis à l'abri de l'hybridation possible et il opérait sur des données très imprécises, ce qui justifiait dans une certaine mesure la phrase acerbe de HÉRINCQ : « Il paraît que le Radis de famille (Radis soi-disant transformé) est allé se montrer à l'exposition de Hambourg.

(1) *Le Radis sauvage amélioré. Aperçu sur l'origine des plantes cultivées à propos du Raphanus Raphanistrum* (Bulletin de la Société d'horticulture, année 1869, p. 251 à 267 et 329 à 334).

(2) Publiées dans *L'Horticulteur français* de 1869, p. 102, 171, 179, 263.

J'en ai reçu du Midi qui ne descendent pas du tout du Radis sauvage *R. Raphanistrum*. Les résultats si fameux de semis successifs et de sélection pendant quatre générations seraient donc... tout ce qu'on voudra excepté ce qu'on dit être. »

Sans tenir compte des opinions émises pour ou contre la transformation du *Raphanus Raphanistrum* en *Raphanus sativus*, j'ai repris le problème au point de vue expérimental. Les résultats obtenus font l'objet de ce mémoire.

PLAN DU TRAVAIL

Généralités. Historique. — Ancienneté de l'espèce *Raphanus sativus* et de l'espèce *Raphanus Raphanistrum*.

Distribution géographique :

Première partie. — Recherches morphologiques et botaniques :

- 1^o Étude morphologique et chimique des tubercules de Radis cultivés;
- 2^o Étude botanique des Radis cultivés;
- 3^o Les *Raphanus* sauvages.

Deuxième partie. — Recherches biologiques :

- 1^o Essai de transformation de *Raphanus Raphanistrum* en *Raphanus sativus*;
- 2^o Hybridation chez les *Raphanus*;
- 3^o Essai de dégénérescence de *Raphanus sativus*.

Conclusion.

Avant de commencer l'exposé de ces recherches, je tiens à remercier toutes les personnes qui se sont intéressées à mon travail et qui m'ont aidée de toutes manières.

J'adresse plus particulièrement l'expression de ma vive reconnaissance à M. Gaston BONNIER pour ses excellents conseils et ses précieux encouragements.

J'ai toujours trouvé près de M. GUÉGUEN, professeur de botanique à l'École nationale d'agriculture de Grignon, le plus obligeant accueil; près de M. MOREAU, le distingué chef de travaux de botanique, et près de M. PICHENAUD, le très dévoué jardinier de l'École, une aide presque journalière pour la direction des cultures et la photographie des résultats. Je suis heureuse de leur exprimer mes remerciements les plus sympathiques.

M. l'abbé COLLIN, professeur à l'Institut catholique, a bien voulu

m'autoriser à travailler à son laboratoire et j'ai poursuivi, guidée par ses excellents conseil's, la partie chimique et spectroscopique de mon travail.

Le R. P. COURTOIS (S. J.), directeur du musée de Zi-Ka-Wei, m'a fourni de précieux documents pour l'étude des variétés chinoises de Radis cultivé et pour l'historique de ces plantes en Chine.

M. GIBAUT, bibliothécaire de la Société d'horticulture, son adjoint, M. TESNIER, et les bibliothécaires du Muséum ont bien voulu me seconder pour les recherches historiques françaises.

S. A. I. le prince Roland BONAPARTE m'a obligeamment permis de travailler à son herbier, et M. LECOMTE m'a été d'un grand secours pour toutes les recherches dans les autres herbiers que j'ai consultés. M. CHAUVEAUD, chef de travaux de botanique à la Faculté des Sciences de Paris, m'a aidé de ses bons conseils dans la partie micrographique de ce mémoire.

M. Philippe DE VILMORIN et tous ses collaborateurs m'ont donné de nombreux renseignements et de grandes facilités de travail.

Je ne veux pas passer sous silence toutes les personnes qui m'ont procuré des matériaux d'étude : le directeur du musée de Kew (Angleterre); le directeur de l'herbier de Berlin; le directeur du Jardin botanique de Tokio et M. FOUKOUBA (Japon); M. BOIS et M. GÉROME, du Muséum de Paris; M. SCHRIBAUX, professeur à l'Institut national agronomique; M. CORBIÈRES, professeur au lycée de Cherbourg, etc. A tous, je me fais un devoir d'exprimer ma vive gratitude.

ESPÈCES ET VARIÉTÉS ÉTUDIÉES

Il était indispensable, étant donné les incertitudes et la confusion qui règnent parmi les principales variétés de *Raphanus*, d'avoir sous la main un assez grand matériel d'étude dont on pût être sûr.

Mes travaux personnels m'ont démontré que l'hybridation est

très fréquente entre deux espèces voisines de *Raphanus*. Aussi ai-je dû éliminer toutes les graines ne me donnant pas des garanties suffisantes de pureté.

Pendant trois ans, j'ai cultivé à Grignon, à des époques différentes, les variétés suivantes que j'ai numérotées pour rendre plus faciles ensuite les expériences.

Variétés françaises provenant de la maison Vilmorin.

1. Rad's à forcer rond rose hâtif.
2. — à forcer rond rose à bout blanc.
3. — à forcer rond écarlate hâtif.
4. — à forcer rond écarlate à bout blanc.
5. — à forcer rouge globe.
6. — Triomphe.
7. — rond rose.
8. — rond rose hâtif.
9. — rond rose à bout blanc.
- 9 bis. Radis rond rose à bout blanc (race du Midi.)
10. Radis rond écarlate hâtif.
11. — rond rouge sang de bœuf.
12. — rond blanc.
13. — rond blanc petit hâtif.
14. — rond jaune extra hâtif.
15. — rond violet hâtif.
16. — rond violet à bout blanc.
17. — à forcer demi-long rose à bout blanc.
18. — à forcer demi-long écarlate hâtif.
19. — à forcer demi-long écarlate à bout blanc.
20. — à forcer demi-long blanc.
21. — demi-long rose forme olive.
22. — demi-long rose à bout blanc.
23. — demi-long rose à bout blanc (race du Midi).
24. — demi-long écarlate.
25. — demi-long écarlate hâtif.
26. — demi-long écarlate à bout blanc.
27. — demi-long blanc.
28. — demi-long violet à bout blanc.
29. — demi-long de Strasbourg.
30. — blanc rond d'été.
31. — blanc géant de Stuttgart.
32. — rond jaune d'or hâtif.
33. — jaune d'été.
34. — radis d'été jaune d'or ovale.

- 35. Radis gris d'été rond.
- 36. — gris d'été long, de Colmar.
- 37. — noir d'été rond.
- 38. — noir long d'été.
- 39. — gros blanc d'Augsbourg.
- 40. — blanc de Russie.
- 41. — gris d'hiver de Laon.
- 42. — noir gros long d'hiver.
- 43. — noir gros rond d'hiver.
- 44. — rond écarlate du Pamir.
- 45. — rose d'hiver de Chine.
- 46. — violet d'hiver de Gournay.
- 47. Rave rose longue saumonée.
- 48. Rave rose à bout blanc.
- 49. Rave rose hâtive.
- 50. Radis oléifère.
- 51. Rave écarlate à bout blanc.
- 52. Rave à forcer blanche transparente.
- 53. Rave de Vienne.
- 54. Rave violette.
- *** Rave tortillée, du Mans.

Variétés japonaises (Daïkons).

1^o Provenant de « Yokohama nursery ».

- 55. New long string radish.
- 56. Kunich Daïkon early.
- 57. Tokuri myashige Daïkon.
- 58. Suikoni Natzu Daïkon.
- 59. Hosone Daïkon.
- 60. Natzu Daïkon.
- 61. Kameïdo Daïkon.
- 62. Tokyo Daïkon.
- 63. Sakurajuma mammoth radish.
- 64. Horyo Daïkon.
- 65. Minokokonoka Daïkon early.
- 66. Akasuja Daïkon.
- 67. Gemeï Daïkon.
- 68. Tokinashi Daïkon.
- 69. Nerima long radish.
- 70. Sanguinishi Daïkon.
- 71. Myashige Daïkon.
- 72. Akistsumari Daïkon.
- 73. Ogon Daïkon.
- 74. Shogoin Daïkon.

2° *Provenant du jardin botanique de Tokio.*

75. Navashiro Daïkon.
76. Tokinashi Daïkon.
77. Natzu Daïkon.
78. Kameido Daïkon.
79. Sakurajuma Daïkon.
80. Ninengo Daïkon.
81. Akidzumari Daïkon.
82. Nagatomari Daïkon.
83. Kunichi Daïkon of Mino.
84. Horhyo Daïkon.
85. Myashige Daïkon.
86. Shogoin Daïkon.
87. Onaga Daïkon.
88. Mariguchy Daïkon.
89. Tokkuri Daïkon.
90. Kunchi Daïkon.

3° *Provenant de M. Foukouba, de Tokio.*

91. Ninengo Daïkon.
92. Morigoutchi Daïkon.
93. Myashigue Daïkon.
94. Nerima marouziri Daïkon.
95. Natzu Daïkon.
96. Nerima Daïkon.
97. Nerima tsoumari Daïkon.
98. Gemaï Daïkon.
99. Hosone Daïkon.
100. Shyogoin Daïkon.
101. Horyo Daïkon.
102. Myashigue shirifouto Daïkon.
103. Nino Wasse Daïkon.
104. Kameïdo Daïkon.
105. Kountchi Daïkon.
106. Sakourashima Daïkon.
107. Tokinashi Daïkon.

Variétés tonkinoises.

(*Envoyées gracieusement par le directeur des Services agricoles de Hanoï.*)

108. Cucai de Phu-Thy.
109. Cucai de Thouh Ba.
110. Cucai chanchi.
111. Cucai ou cucai whan.

Variétés chinoises.

(Envoyées par le R. P. Courtois S. J., directeur du Musée de Zi-Ka-Weï,
près Shanghai.)

- 112. Lou t'eu ts'ing radis d'hiver (tête de rosée sombre).
- 113. Radis violet d'hiver.
- 114. Radis violet d'hiver.
- 115. Radis rouge de printemps.
- 116. Siao ou yug : petit cinq hivers (c'est le titre d'une ode de
l'empereur Ti Kou).
- 117. Radis rouge d'hiver « nieou tóei » « patte de bœuf ».
- 118. Radis blanc d'hiver.
- 119. Kiang pê lo p' ouo radis.

Nous avons en outre cultivé des :

Raphanus caudatus provenant d'un obligeant envoi de Buitenzorg
(Java);

Raphanus maritimus provenant de Cherbourg et des environs de Brest.
Raphanus Landra;

Raphanus Raphanistrum jaunes, provenant du Berry, de Varennes,
Valençay (Indre), de la Bourgogne, des environs de Paris;

Raphanus Raphanistrum blancs, de Lagny (Seine-et-Marne).

Nous avons consulté les herbiers suivants :

- 1^o Herbar du Muséum;
- 2^o Herbar Cosson;
- 3^o Herbar de S. A. I. le Prince Bonaparte;
- 4^o Herbar Drake del Castillo;
- 5^o Herbar de Kew;
- 6^o Herbar de Berlin;
- 7^o Herbar de de Candolle.

Ce qui nous a permis d'étudier et de décrire la plupart des
Raphanus connus.



PRINCIPAUX TYPES DE RADIS CULTIVÉS

Radis gros blanc d'Augsbourg.

Rave de Vienne.

Radis noir d'été.

16 Radis rond violet, à bout blanc.

37 Radis noir d'été, rond.

42 Radis noir, gros, long, d'hiver.

47 Rave longue, rose, saumonée.

22 Radis demi-long, rose, à bout blanc.

7 Radis rond rose.

HISTORIQUE

Un grand nombre d'auteurs ont déjà traité avec une haute compétence l'histoire des Radis cultivés. Je citerai seulement GODRON (1), HENSLOW (2), DE CANDOLLE (3), ANDRÉ (4), STURTEVANT (5), PHILLIPS (6), M. GIBAULT (7) qui m'ont été d'un précieux secours. Si mon but n'avait été légèrement différent du leur, j'aurais peut-être été découragée d'entreprendre à nouveau un travail déjà si bien fait, mais l'objet de mes recherches était très particulier. Je devais étudier les variations possibles éprouvées au cours des âges par le Radis cultivé; rechercher si la distinction entre *Raphanus Raphanistrum* et *R. sativus* était de date récente, et voir si les documents anciens pouvaient donner des renseignements précis sur l'origine de ce légume.

Comme le fait remarquer M. GIBAULT, le problème est fort complexe. Il est difficile en effet de suivre d'une façon certaine à travers les traductions successives et la confusion des termes botaniques, une plante souvent mal définie et incomplètement décrite. Néanmoins grâce à l'iconographie, on arrive à trouver des documents assez considérables sur la plante étudiée, qui permettent de la suivre avec une grande précision.

(1) *Op. cit.*

(2) HENSLOW, *The History of the radish* (*Gard. Chron.*, 1898, XXIII, p. 389).
HENSLOW, *The Origin and history of our garden vegetables and their dietetic* (*Valnes Journ. R. Hort. Soc. London*, 1910, XXXVI, p. 347-351).

(3) *Op. cit.*

(4) ANDRÉ, *Revue Horticole*, 1866. Article sur le Radis Serpent, p. 471.

(5) *History of garden vegetables* (*The American naturalist*, t. 24, année 1890, p. 320. STURTEVANT).

(6) PHILLIPS's, *History of vegetables*, 1822.

(7) *Histoire des Légumes*, par M. GIBAULT, bibliothécaire de la Société Nationale d'Horticulture, p. 214 à 222, 1911.

Le Radis en Chine.

Beaucoup d'auteurs attribuent à la Chine l'honneur d'avoir été le pays d'origine des Radis cultivés; il était donc naturel de rechercher en Chine des renseignements sur l'ancienneté de ce légume.

Dans l'*Eulya*, sorte de dictionnaire extrêmement concis, attribué à Tse-hia, disciple de Confucius, vers 450 ans avant J.-C., avec des parties plus anciennes et un ordre qui est dû à Kouop'o, vers l'an 300 après J.-C., on trouve au n° 39 une plante appelée « t'ou » définie lo-peï, ce dernier caractère serait mis pour « fou ». Selon Kouop'o, le lo-peï ou lo-fou est apparenté au ou-tsing (*Brassica Rapa*), mais il a des fleurs violettes et une longue racine.

Certes, l'indication n'est pas d'une rigoureuse précision, mais il y a tout lieu de croire qu'on se trouve en présence du Radis cultivé.

La figure 1 a été photographiée dans une édition de l'*Eulya* qui date de 1802 (1). On peut être certain que toutes les éditions qui se sont succédé depuis l'origine de ces gravures n'ont fait que se répéter; nous avons donc ainsi une figure qui remonterait à la dynastie des Song, de 978 à 1279.

D'ailleurs, on affirme, dans une édition de 1802, que les illustrations sont la reproduction fidèle du vieux manuscrit de la dynastie Yuen (1280-1368); cette gravure est donc du treizième siècle et peut-être du onzième.

Il y a eu des collections de gravures destinées à illustrer l'*Eulya* antérieures à cette époque; une de ces collections était due à Kouop'o au commencement du quatrième siècle; tout cela est malheureusement perdu.

Cette gravure est intéressante par le fait qu'il est possible de l'identifier avec des photographies actuelles de Radis parfaitement déterminés et croissant en Chine à notre époque : feuilles entières à nervure principale saillante, tubercule ar-

(1) C'est un petit in-folio dont les figures ont été reproduites d'une manière identique dans une autre édition plus petite de 16^{cm} 5 × 11^{cm}, de 1882.

rondi sortant légèrement de terre, fleurs violettes. Tous ces caractères se retrouvent dans une variété chinoise de Radis, reçue directement d'Ouhô (Chine) et cultivée à Grignon en 1912 et en 1913. Cette variété n'aurait donc pas varié depuis neuf ou dix siècles.



Fig. 1. — Radis chinois à feuilles entières (fig. de l'*Eulja*).

J'ai tenu à photographier le Radis chinois actuel afin de prouver que mon assertion n'est pas une simple hypothèse (fig. 2).

Toutes les variétés chinoises de Radis n'ont pas les feuilles entières; beaucoup sont à feuilles composées dentées, à fleurs roses ou violettes. Ces variétés chinoises existaient déjà au seizième siècle et même avant.

Il suffit de comparer les photographies actuelles de Radis

(semés en France en août 1913 et arrachés le 25 septembre) avec les documents anciens pour se convaincre qu'aucune variation appréciable ne s'est produite dans ces différents types.



Fig. 2. — Radis chinois à feuilles entières (cultivé à Grignon, 1913).

Le Tche-ou-ming en donne un bel échantillon (fig. 3). (édition de 1850, lib. 4, fol. 15). Il l'appelle lai-fou. Or, ce nom apparaît dans les livres chinois pour la première fois au septième siècle dans le T'ang Pents' ao (herbier de la dynastie

de 1655, douzième année de l'empereur Chœn-tche. C'est l'édition que par erreur BRETSCHNEIDER date de 1658 (fig. 5).

On trouve encore en Chine un ouvrage d'agriculture intitulé



Fig. 4. — Radis chinois à feuilles découpées cultivé à Grignon en 1913.

Nong-Tcheng ts' men chou, composé par Sin-Koang-ki (1562-1633) édité en 1640, où il est question des Radis, mais l'article n'est pas accompagné de planches, ce qui est regrettable. Sin-Koang-ki était ministre de l'empereur Wanli.

Ainsi donc, pour résumer, le Radis est cultivé en Chine depuis



Fig. 5. — Radis chinois du Lents' ao Kang-mou.



Fig. 6. — Radis chinois semblable cultivé à Grignon en 1913.

le septième siècle au moins, d'une façon certaine, puisque l'on possède des figures qui permettent de le déterminer; mais les premiers documents qui traitent de cette plante datent de 450 ans avant J.-C., car, d'après les critiques philologiques, l'expression employée par Tse-hia de « t'ou-lopei » correspondrait réellement au lai-fou actuel, ou Radis.

Le Radis en Égypte.

L'Égypte nous fournit des renseignements plus anciens encore, mais moins précis. Je les cite ici à titre de curiosité, car les figures ne sont pas assez nettes pour reconnaître une espèce botanique. LORET (1) affirme leur existence en Égypte par ce fait que deux variétés ont été découvertes dans l'antique nécropole de Kahoun (12^e dynastie); c'est probablement la plante nommée « noun » et assez souvent mentionnée dans les textes hiéroglyphiques.

FRANTZ WÆNIG (2) donne deux figures que nous reproduisons d'après les Beni-Hassan et qui représentent deux variétés de Radis, les Radis longs et les Radis ronds (fig. 7). Ces dessins un peu schématiques proviennent du temple de Karnak. Malgré leur peu de précision, ils nous ont semblé intéressants parce qu'ils concordent avec un passage d'Hérodote (lib. 2, 25) où l'auteur raconte que, lors de la construction de la Pyramide de Chéops, les ouvriers étaient payés en légumes, particulièrement en Radis.

PHILLIPS raconte, d'après PLINE (3) (liv. XIX, chap. v), que les Égyptiens estimaient beaucoup les Radis à cause de l'huile qu'ils obtenaient avec leurs graines. Ils cultivaient les racines de Radis pour leur nourriture et trouvaient cette culture d'autant plus avantageuse qu'elle ne payait pas d'impôts comme le blé.

PLINE assure de plus que les Radis d'Égypte sont plus gros et plus doux que ceux des autres parties du monde à cause du terrain et des inondations fréquentes du Nil.

(1) LORET, *Flore pharaonique*, 2^e édit., p. 108.

(2) *Die Pflanzen im alten Ägypten*, von FRANZ WÆNIG, p. 217.

(3) *Op. cit.*

Dans beaucoup d'autres pays, il est plus difficile de retrouver des vestiges du légume qui nous intéresse.

Comme je l'indiquais au début, le manque de précision des



Fig. 7. — Radis du temple de Karnak, d'après les Beni-Hassan.

mots anciens dérouté le chercheur, mais tout le monde est d'accord pour affirmer que de la Chine, au nord de l'Afrique et dans presque toute l'Europe, le Radis est cultivé depuis la plus haute antiquité.

Le Radis chez les Grecs et les Latins.

Cultivé en Chine et en Égypte bien des siècles avant notre ère, le Radis l'était également en Europe. Les anciens auteurs grecs et latins en parlent très souvent avec éloge. Nous apprenons ainsi de PLINE que les Grecs avaient tant d'estime pour le Radis qu'ils le préféraient à tous les autres légumes.

Dans le temple de Delphes, ils n'offraient les Radis à APOLLON que sur des plats d'or, alors que les betteraves s'offraient sur des plats d'argent et les navets sur des plats de plomb.

Nous apprenons également qu'à cette époque on connaissait plusieurs variétés de Radis dont quelques-unes atteignaient des dimensions énormes.

A titre de curiosité nous donnons ici la traduction de quelques passages des auteurs anciens cités par FUCHS en 1542.

Je n'insisterai pas longtemps du reste sur ce sujet, car ces auteurs n'étant pas très précis, nous ne pouvons pas baser une théorie scientifique sur leurs assertions.

Une seule chose reste certaine, c'est que le Radis cultivé était connu et apprécié à cette époque en Europe méridionale.

Avec FUCHS (1) certains botanistes du seizième siècle confondaient encore le genre *Raphanus* avec le genre *Cochlearia*; et ils opposaient l'espèce *Raphanus sativus* à l'espèce *Raphanus sylvestris* qui n'était autre que *Cochlearia armoracia*. Les deux magnifiques figures coloriées que FUCHS joint à sa description ne permettent aucun doute à ce sujet.

D'autres auteurs appelaient *Raphanus sylvestris* le *Raphanus Raphanistrum* Lin.

Si nous n'avions pas de figures pour nous servir de points de repère, nous ne pourrions retrouver la plante qui nous occupe au milieu de ce dédale de synonymies divergentes. Ces points de repère nous font défaut pour suivre les plantes décrites par DIOSCORIDE, GALIEN et PLINÉ; aussi nous citons quelques extraits de ces auteurs sans affirmer scientifiquement qu'il est réellement question du *Raphanus sativus*.

DIOSCORIDE, médecin du premier siècle après J.-C., s'exprime ainsi, au sujet d'une plante qu'il appelle *Raphanus sativus*:

Le *Raphanus sativus*... est agréable à la bouche, mais mauvais à l'estomac; il provoque des hoquets, il est diurétique et favorise les fonctions intestinales. Si quelqu'un le prend après les repas, il aide à la distribution des aliments dans l'organisme; pris avant le repas il est utile à ceux qui veulent vomir... on l'utilise en décoctions contre la toux invétérée... Il guérit les meurtrissures; il est efficace contre la morsure des vipères. Dans les cas d'alopecies, il fait repousser les cheveux. Mêlé à la farine d'ivraie, il efface les taches de rousseur... mêlé au vinaigre, il arrête la gangrène en la scarifiant...

GALIEN semble résumer toutes ces propriétés et toutes celles que j'ai volontairement omises en disant :

Une grande puissance de guérison réside dans le Radis et c'est pourquoi, à cause de ce pouvoir, il est très utile dans les contusions et autres meurtrissures du même genre. Sa racine peut être comptée plus facilement parmi nos aliments que parmi nos condiments... On mange le Radis avec de l'huile de garum et du vinaigre comme les pousses de la Rave (probable-

(1) FUCHS, *Historia Stirpium*, p. 659 (traduction).

ment *Brassica Rapa*), de la moutarde et de la laitue... Néanmoins on en vient à admirer aussi bien les médecins que les profanes qui le mangent cru après le repas pour aider à la digestion. Ils disent à vrai dire qu'ils ont expérimenté cette action bienfaisante, cependant nul n'a pu imiter leur exemple sans dommage.

PLINE s'étend davantage sur les multiples propriétés du fameux *Raphanus* et sur la manière de les utiliser. J'en cite encore, en terminant, quelques extraits :

Une décoction de *Raphanus* prise jusqu'à une dose de trois verres dès le matin diminue et chasse les calculs... On utilise encore le *Raphanus* mêlé au miel et pris le matin à jeun contre la toux... son écorce mêlée au miel combat les débuts des maladies. Il doit être mâché le plus âcre possible par les personnes atteintes de langueur. De même sa graine grillée, ensuite broyée et mêlée au miel, est bonne pour les asthmatiques. Le *Raphanus* est souverain contre les poisons; d'ailleurs il est l'ennemi des vipères et des scorpions. On peut toucher impunément ces animaux lorsque les mains sont imprégnées de sa graine; les scorpions sur lesquels on a posé le *Raphanus* meurent. Il est également salulaire contre les poisons des champignons, de la jusquiame, comme le rapporte Nicandre.

Un autre auteur du Moyen Age, racontant cette relation de PLINE, ajoute avec une naïveté charmante : « Je conseille à mes lecteurs de croire ces choses, mais de ne pas les essayer. »

Il serait peut-être sage de suivre en partie ce conseil; néanmoins il y aurait une recherche intéressante à faire sur ce point. Quels faits avaient bien pu autoriser pareille créance? les produits âcres du Radis probablement, le cyanosulfure d'allyle n'aurait-il pas des propriétés intéressantes au point de vue médical. N'y aurait-il pas dans toutes ces fables au moins une part de vérité?

On dit que les feuilles qui sont toujours allongées rendent la vue plus nette. Mais lorsque le traitement assez violent du *Raphanus* est conseillé, on ordonne de donner l'hysope aussitôt. Celle-ci est son contraire.

Enfin et pour ne pas abuser de ces citations plus curieuses qu'importantes, PLINE nous affirme encore que non seulement le *Raphanus* rend la vue plus nette, mais que le suc de la plante versé dans les oreilles est efficace pour les rendre moins dures, etc...

Le Radis en Europe depuis le IX^e jusqu'au XVI^e siècle.

En France, nous retrouvons mention de la culture des Radis dès les huitième et neuvième siècles.

Dans les capitulaires de Charlemagne (1), il est fait une mention très nette des Radis. L'Empereur en ordonne la culture à ses intendants en ces termes : « Nous voulons qu'ils (les intendants) aient dans les jardins des plantes de toutes espèces savoir : lis, roses etc. les poireaux (*allium porrum*) porras, la rave, radis, raifort, « radices ». »

La date de la rédaction de ce capitulaire célèbre de Charlemagne qui commence ainsi : *Incipit Capitulare de Willis et curtis imperiabilibus*, est fixée entre l'an 800 et l'an 812. Ce n'est pas un capitulaire proprement dit, c'est un règlement presque exclusivement domestique à l'usage des intendants (Judius) de ses domaines, ou terres qui formaient en quelque sorte sa liste civile.

Le texte comprend soixante-dix articles, le dernier seul est intéressant au point de vue botanique. Par ce précieux document nous connaissons la liste presque entière des plantes cultivées dans les jardins à l'époque de Charlemagne. Le Radis en faisait donc partie.

Nous retrouvons la certitude de la culture du Radis en France au douzième siècle.

Raphanum, rais (glossaire du douzième siècle, Bibliothèque de l'École des Chartes, 6^e série, F. V, p. 327); puis au treizième siècle, *Raffanum*, raiz, *radish* (2); au quatorzième siècle, dans une poésie qui date de 1300 (3) où l'on parle des oignons de Corbeil, des *rais de Larchant* et des « eschaloïques » d'Étampes. On sait, d'après GODEFROY, que Rais, raiz, rix racine, souche de radix, signifie radis, rave, et toutes sortes de Radis, radis noir, etc...

Le mot raifort a conservé le radical rai (racine forte).

(1) *De Willis* (art. 70), traduction d'après Benjamin GUÉRARD, de l'Institut, dans la Bibliothèque de l'École des Chartes, 3^e série, t. IV.

(2) *Vocabulary of the names of Plants*, p. 140. WRIGHT.

(3) *Poètes avant 1300*, fasc. IV, p. 1653, arsenal Godefroy (*Dict. de l'ancienne langue française*).

Dans le livre d'heures d'Anne de Bretagne, il existe toute une série de peintures représentant les principales espèces de plantes qu'elle cultivait dans son jardin botanique de Blois. Or, la reine Anne, femme de Louis XII, vivait de 1476 à 1513; les enluminures

Rassan:domestic?



Fig. 8. — Radis, d'après le livre d'heures d'Anne de Bretagne.

de son livre d'heures sont donc de la fin du quinzième siècle ou du début du seizième.

A la page 234, en face du cantique *Magnificat* écrit en caractères gothiques (fig. 8), se trouve une figure très nette de Radis. Les fleurs sont violettes, les siliques sont renflées, mais présentent 2 ou 3 étranglements. L'identification avec le Radis cultivé actuellement est très facile à faire.

L'aspect des siliques se rapproche beaucoup de celles des Radis japonais, au moins quant à l'extérieur, mais il est très différent de celui des siliques de *R. Raphanistrum*.

A la même époque, on trouve aussi des figures de Radis imprimées, par exemple en 1486 dans une édition actuellement très rare de l'*Herbarius*. M. BONNET reproduit cette image dans une note très intéressante du *Bulletin de la Société botanique de France* (1) où il en démontre l'ancienneté.

Au point de vue qui nous occupe, la figure manque encore de précision, mais elle nous achemine vers les nombreuses illustrations du seizième siècle qui cette fois sont d'une exactitude parfaite (fig. 9).

Les Radis au XVI^e siècle.

La figure de l'*Herbarius* nous indique simplement une grosse racine arrondie surmontée de feuilles découpées et composées. Les auteurs du seizième siècle vont nous donner des détails sur les fleurs et les siliques et vont ainsi permettre une discussion raisonnée que les enluminures du livre d'heures d'Anne de Bretagne nous auraient permis déjà de commencer dès le quinzième siècle.

Nous nous bornerons, parmi les multiples livres qui traitent des caractères botaniques des Radis, à étudier les planches :

1^o De MATTHIOLI dans son commentaire du livre de Dioscoride qui date de 1558 (2);

2^o De FUCHS (3), dans son *Historia Stirpium*, de 1542;

3^o De *Dodonei Stirpium Historiæ*, de 1616;

4^o De DALECHAMPS (4), 1587;

(1) T. 58, 4^e série; t. XI, 1911. — L'*Herbarius*, petit volume in-4 de 173 feuillets, 20 × 13, est sorti des presses de Jehan Bonhomme, qui exerçait à Paris, de 1484 à 1490, et qui avait pour enseigne : *A l'image de Saint-Christophe*.

(2) Fiche X-39 du Muséum, p. 268.

(3) FUCHS, *Historia stirpium* de 1542, p. 659, fiche CI, 18 (au Muséum).

(4) DALECHAMPS, *Histoire générale des plantes*. Édition de 1587, faite par Jehan Desmoulin, d'après l'original de 1653, p. 581.

Et enfin

5^o LENICER, de 1565 (1), dont l'original date de 1551.



Raffanus

Raffanus calidus est et siccus in secundo gradu. Radix autem eius magis competit vsui medicine et viridis magis q̃ sicca. habet autem virtutem incidendi et dissoluēdi. Et fit ex eo opimel hoc mō Radix contundatur et mittatur in aceto ad tres dies postea aliquātulum bulliat^r et colature mellis sufficientia det^r. Tale opimel valz cōtra quartanā et quotidianam. Sed si predictae colature misceat^r zucrū fit siropus cōueniēs cōtra quotidianā

(Cliché gracieusement fourni par la Société botanique de France, avec l'autorisation de l'auteur.)

p.iii

Fig. 9. — Radix de l'*Herbarius*.

Les figures de *Lobel's historia plantarum*, de 1576, n'ont rien de

(1) *Botanicon plantarum historiae*, par un médecin physicien de Francfort, 1565, Adam LENICER, p. 191. La 1^{re} édition date de 1551.

plus intéressant que les précédentes et n'ajouteraient rien à la thèse que nous voulons soutenir; je laisse donc volontairement de côté de nombreuses publications dont l'unanimité des caractères décrits ne fait que confirmer ce que nous voulons avancer.



Fig. 10. — Radis, d'après Fuchs.

Il faut néanmoins faire encore une place :

6° A l'*Herball de Gérarde*, de 1597, pages 183 et 184, qui nous donne déjà la figure de quatre variétés connues de *Raphanus sativus*.

Tous ces auteurs, malgré quelques différences dans les textes, s'accordent pour affirmer que, dès cette époque, les Radis cultivés possédaient des siliques globuleuses sans étranglement ou avec des étranglements faiblement accentués.



Fig. 11. — Radis illustrant une édition de Théophraste datant du ^{xvii} siècle.

Si nous comparons les siliques de Radis actuels avec ces figures anciennes, nous ne trouvons aucune différence. Nous sommes ainsi amenés à conclure d'après les caractères de la feuille, de la racine, de la fleur, et surtout, ce qui à mon avis est capital, d'après les caractères de la silique, que l'espèce *Raphanus sativus* n'a subi aucune variation importante en France depuis environ 400 ans.

Sur plus de 5.000 pieds de Radis cultivés français, j'ai recherché toutes les siliques présentant des étranglements.

Il existe ainsi un certain nombre d'exceptions à la règle générale dans toutes les variétés; la figure suivante donne une idée de tout ce qu'il est possible de rencontrer comme variation extrême de siliques dans une collection complète de *Radis* cultivés (fig. 13).

La forme de la silique varie sur un même pied, mais dans des



Fig. 12. — Siliques du radis actuel n° 39. Gros blanc d'Augsbourg.

limites peu étendues, comme l'indique la photographie des siliques du Radis 39 (fig. 12) que l'on peut comparer aux siliques des Radis de Lenicer (fig. 14)

Au seizième siècle, nous trouvons des siliques sans étranglement, des siliques ayant des renflements faibles. Nous retrouvons identiquement la même chose à notre époque.

LENICER décrit, à côté de son Radis cultivé, un Radis sauvage à fleurs jaunes qu'il appelle *Raphanus sylvestris*, mais qui d'après la figure est très vraisemblablement le *Raphanus Raphanistrum* Lin.

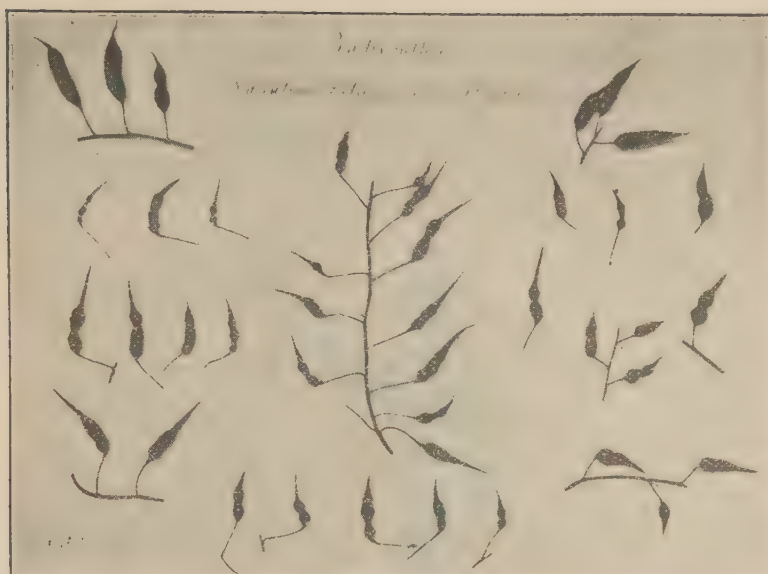


Fig. 13. — Variation extrême des silicles de radis cultivés.



Fig. 14. — Radis à grosses silicles de Lenicer.

Les feuilles, l'aspect général de la plante, les fleurs jaunes, les siliques allongées, ne permettent guère de doute à ce sujet. On ne distingue pas d'étranglements aux siliques, mais la plante est en fleurs et les siliques jeunes de *Raphanus Raphanistrum*, toujours très allongées, ne deviennent étranglées qu'à la maturité.



Fig. 15. — Radis sauvage de Lenicer (probablement *Raphanus Raphanistrum*).

Notons encore qu'au seizième siècle LENICER nous permet de constater par ses dessins que le *Raphanus sativus* avait généralement les fleurs blanches ou rosées, le *Raphanus Raphanistrum*, les fleurs jaunes.

La pittoresque figure de DALECHAMPS (1) nous permet de constater les mêmes caractères des siliques (absence d'étranglements,

(1) *Histoire générale des plantes*, tirée de l'exemplaire latin de Jacques DALECHAMPS, faite par JEAN DES MOULINS, 1653. L'original est de 1587. Lyon, p. 541.

siliques globuleuses) sur une variété à racines longues, très différente de la variété à racine arrondie décrite par LEXICER (fig. 16).



Fig. 16. — Radis de Dalechamps.

Le raifort cultivé, nous dit DALECHAMPS, a les feuilles grandes et fort découpées, semblables à celles du navet, les tiges rondes, les fleurs blanchâtres, et des gousses enflées, aiguës au bout, dans lesquelles est la graine, rousse ou brune, laquelle est âcre. Quant à la racine, il y en a de plusieurs sortes, selon la diversité des espèces et cultivages, car les uns les ont longues, blanches, rondes, tendres, frailes et transparentes, qui ne sont pas âcres; les autres les ont grosses, quasi en façon de nageau, dures, fortes et des plus malplaisantes au goût. Quant à la deuxième espèce de *Raifort*, de Mathioli, Lobel et Pêna, on l'appelle *Raifort* purpurée. Il en croît en plusieurs jardins d'Italie qui ont la couleur tirant sur le rouge et d'autant qu'ils sont moindres; ils sont aussi de meilleur goût et moins forts. Ils sont encore meilleurs étant détrempés en eau salée pour réveiller l'appétit si on les mange à l'entrée de table.

LOBEL, DODOENS, nous décrivent des Radis ayant des siliques légèrement étranglées au milieu, mais néanmoins très globuleuses et nettement différenciées des siliques de *Raphanus Raphanistrum* actuel. Les fleurs sont blanches ou rosées à 4 pétales.

Au seizième siècle, si nous voulons résumer les connaissances



Fig. 17. — Radis rond de Parkinson.

sur la question, il paraît évident qu'on cultivait en Europe



Fig. 18. — Radis long de Parkinson.

(France, Hollande, Allemagne, Angleterre, Italie) plusieurs variétés de Radis.

PARKINSON (1) les classe en deux catégories : les Radis de printemps blancs ou à collet rose et les Radis d'hiver noirs ou noirs à bout blanc. LOBEL et MATTHIOLI nous décrivent des Radis roses demi-longs. Nous connaissons également des Radis blancs ronds (PARKINSON, FUCHS et LENICER); des Radis noirs longs et ronds (illustration de THÉOPHRASTE et de PARKINSON). Les siliques sont toutes globuleuses, les fleurs blanches, roses ou violettes. Nous verrons dans la seconde partie de ce travail que toutes nos variétés actuelles peuvent se ranger dans ces trois catégories .

Radis blancs;
Radis noirs;
Radis rouges ou roses.

La forme des racines serait, comme le dit DALECHAMPS, améliorée par le « *cultivage* ».

GÉRARDE a du reste mis la question très au point à son époque dans son *Herball* de 1633.

Il nous dit (2), au sujet des variétés de Radis cultivés :

Il y en a de longs blancs, d'autres longs noirs, quelques-uns ronds blancs, d'autres ronds noirs. Enfin on en trouve qui ont la forme d'une poire et qui sont de couleur rouge.

Il nous présente à l'appui de sa thèse quatre figures que nous reproduisons dans ce travail.

Ce qui est le plus intéressant, c'est qu'à la page 240 du même ouvrage, il nous décrit le Radis sauvage que nous pouvons facilement identifier avec le *R. Raphanistrum* (fig. ci-jointe). Il le décrit ainsi :

Le Radis sauvage a des feuilles plus petites, plus étroites et plus profondément divisées....

La tige, haute de deux coudées, est divisée vers le sommet en plusieurs branches. Les fleurs sont blanches et petites. Les fruits sont longs, divisés

(1) P. 509, chap. XIII : *Paradisi in sole. Paradisius terrestris* by John PARKINSON.

(2) P. 237, livre II, chap. 5 *of radish*.

en articles, à l'intérieur desquels se trouve la graine. La racine est de la grosseur d'un doigt, blanche à l'intérieur et à l'extérieur, d'un goût amer et désagréable.

Ces notions se précisent au siècle suivant : OLIVIER DE SERRES (1), DE LA QUINTINYE (2), de BONNEFONS, dans *Le Jardinier français*, nous donnent des renseignements intéressants sur la culture des Radis.



Fig. 19. — Radis sauvage de Gérard.

Des raves, il s'en trouve de trois espèces : la « rhee » ou « rabbe » ou gros raifort, la rave noire et le petit raifort, que l'on mange ordinairement à Paris, dit BONNEFONS, page 114 (3).

(1) OLIVIER DE SERRES, seigneur DE PRADEL, *Du Théastre de l'Agriculture et Mesnage des champs*, t. II.

(2) DE LA QUINTINYE, *Instruction pour les jardins fruitiers et potagers*, 1690.

(3) *Le Jardinier français*, 1665, par BONNEFONS, valet de chambre de Louis XIV.^s

Il connaît déjà les petits Radis de tous les mois; rien ne manque donc à la collection :

Les petits radis ou petits raiforts se sèment à tous les décours de la Lune, depuis que vous commencez votre première couche jusqu'au mois d'octobre; on les accomode diversement, car si vous les voulez avoir belles, claires, nettes et bien longues, il faudra, en quelques endroits de votre couche, faire des trous de la hauteur de votre doigt, distans de 3 pouces l'un de l'autre, dans chacun y laisser choir 2 graines...; elles s'accroîtront de la hauteur de votre doigt par dessus ce qu'elles eussent fait, ne poussant leurs premières feuilles qu'après qu'elles seront montées au niveau de la couche.



Fig. 20. -- Radis rond de Gérard.

OLIVIER DE SERRES indique les mêmes variétés et des moyens de culture analogues. Il a des lignes d'une naïveté et d'une précision très pittoresques pour enseigner le moyen d'obtenir des « primeraïns raiforts » de conserver les bonnes races et d'avoir de bonnes semences. Il insiste sur les Radis de tous les mois, ceux

...dont le temps en est depuis le commencement d'avril jusqu'à la fin d'aoust pour en semer à toutes les lunes et qui font graines souvent à

l'époque de la primevère. Désirant avoir des raiforts en telle avancée saison, par artifice l'on se satisfera, mais ce sera en y mettant la main très devant l'hiver.

Le bon roi Henri IV avait donc déjà des radis à forcer.

Les Radis d'hiver se semaient vers la fin de l'été, et nous apprenons

...qu'en Allemagne et en Suisse il s'en treuve plus souvent d'esmerveillable grandeur qu'en Languedoc ne Provence (p. 243).



Fig. 21. — Radis noir de Gérard.

Notre auteur ajoute :

Cela a remarqué Pline de son temps, car il dict croistre en Allemagne des raiforts de la grandeur d'un petit enfant, procédant de la froidure du climat propre à telle plante.

LA QUINTINYE (édition 1690, page 298) considère les Radis « comme une manière de manne de nos jardins », sans donner la liste des variétés cultivées; mais dans l'édition de 1789 nous avons

une classification des plus intéressantes. Il m'a semblé utile de la citer pour terminer cet historique :

A. Raves.

- I. *Grosse rave* : racine longue, blanche, grosse, réussissant l'été.
- II. *Rave commune* : racine longue, petite, rouge (sans variété blanche), se cultive en pleine terre au printemps et à l'automne.
- III. *Rave hâtive* : précoce, d'un beau rouge, très petite, mais fort tendre, qui s'élève pendant la plus dure saison sur couche.
- IV. *Rave saumonée* : rave de Naples, couleur chair de saumon, variété à la mode, transparente, agréable à la vue.



Fig. 22. — Photographie de la page 1 du chapitre V « Nos Radis » de Gérarde.

B. Radis.

- I. *Petit radis blanc et rond*, très hâtif.
- II. *Petit Radis rouge hâtif*.
- III. *Petit Radis blanc et long*.
- IV. *Petit radis gris*.
- V. *Petit Radis noir*, plus sec que les deux précédents, préféré pendant l'été et l'automne à cause de son goût de noisette; sa peau est toute noire.
- VI. *Gros Radis blanc*.
- VII. *Gros Radis noir*, Radis d'hiver de Strasbourg.
- VIII. *Petit Radis saumoné*, Radis de la Reine, est recherché à cause de sa nouveauté, même couleur que la rave du même nom.

« J'omets, ajoute La QUINTINYE, plusieurs variétés de Raves et de Radis inférieurs en qualité. »

Malgré cette restriction nous connaissons déjà douze bonnes variétés de Radis. Il y a tout lieu de croire que ces diverses races sont issues des trois séries précédemment étudiées. L'examen attentif de toutes les variétés actuelles va nous confirmer dans cette opinion.

Cette première série de recherches nous conduit aux conclusions suivantes :

1^o Le Radis est cultivé depuis la plus haute antiquité en Chine, en Égypte et en Europe; la plante sauvage qui lui aurait donné naissance pouvait donc avoir une aire de dispersion s'étendant de l'Asie centrale à l'Europe en passant par le Nord de l'Afrique;

2^o Dès le seizième siècle, on peut suivre parallèlement le *Raphanus sativus* et le *Raphanus Raphanistrum* comme deux espèces différentes et fixées;

3^o L'espèce *Raphanus sativus*, avec ses trois variétés principales :

Radis blancs;
Radis noirs;
Radis rouges,

a traversé sans se modifier d'une façon appréciable plus de quatre cents ans.

Certaines variétés chinoises n'ont même pas évolué depuis le neuvième siècle. Il est intéressant de le remarquer.

PREMIÈRE PARTIE

RECHERCHES MORPHOLOGIQUES ET BOTANIKQUES

CHAPITRE I

ÉTUDES MORPHOLOGIQUES ET CHIMIQUES SUR LES TUBERCULES DE RADIS CULTIVÉS

L'évolution des Radis cultivés européens est très facile à suivre à partir du dix-huitième siècle. Il suffit pour cela de consulter simplement les éditions du *Bon Jardinier* qui se sont succédé depuis 1755 jusqu'à nos jours. On peut être ainsi renseigné sur la date d'apparition des principales variétés et quelquefois sur la nature de leur origine.

Dès 1755 (1) on décrit trois variétés de petits raiforts et sept ou huit variétés de raves, ce qui fait environ une douzaine de variétés. En 1783 la liste un peu modifiée est augmentée de la rave de Corail, puis en 1786 (p. 95) on connaît la rave longue blanche, puis la rave tortillée du Mans et la grosse blanche d'Augsbourg.

Les éditions se succèdent sans modifications intéressantes jusqu'en 1813.

En cette année l'auteur de l'article sur les Radis décrit trois variétés nouvelles. L'une d'elles est violette et se récolte l'hiver, elle provient de Chine, l'autre est jaune et ronde, elle provient

(1) Voir collection du *Bon Jardinier*, librairie Agricole, 22, rue Jacob

d'Égypte et fut importée par M. STEIN en 1808, la troisième est originaire de Chine et fut cultivée au Jardin Impérial des plantes pour l'huile qu'il est possible d'extraire de ses siliques; sa racine est peu ou point charnue.

En 1824 nous voyons apparaître les Radis gris longs et ronds d'été et les Radis violets hâtifs, puis en 1830 (p. 259) une variété demi-longue rose très hâtive obtenue à Metz. L'année suivante c'est le raifort champêtre de l'Ardèche, gros Radis allongé servant à la nourriture des vaches, qui vient s'ajouter à la collection des Radis précédemment décrits.

La deuxième importation directe et connue venant de Chine est antérieure à 1837. Elle fut faite par l'abbé VOISIN.

Deux Radis semblent dater de cette époque : le Radis rose d'hiver de Chine et un Radis d'automne violet.

Quelques années plus tard une nouvelle variété fut importée en France, c'était le Radis blanc de Chine; sa racine était « en forme de toupie renversée »; sa feuille était presque entière, fort allongée, ne ressemblant pas à celles de nos Radis ordinaires. Les premières variétés ont été apportées par les missionnaires, celle-ci fut introduite en 1839 par le capitaine GEOFFROY.

En 1852 c'est le Radis jaune hâtif qui apparaît; en 1859 les jardiniers possédaient déjà une vingtaine de bonnes races, le *Bon Jardinier* en cite dix-sept.

Les fixations nouvelles de races semblent plus rares de 1860 à 1890, le *Bon Jardinier* n'en cite aucune nouvelle de 1880 à 1890. Vers cette époque nous voyons apparaître les Radis à bout blanc; demi-long rose à bout blanc, demi-long violet à bout blanc, Rave rose à bout blanc, Rave violette.

En 1890 la liste s'augmente du Radis demi-long écarlate à bout blanc, puis du Radis rouge sang de bœuf, de la Rave écarlate, du Radis jaune d'or ovale.

En 1894 ce sont les Radis à forcer rond écarlate à bout blanc, en 1895 le Radis sans feuilles rouge écarlate.

En 1897 c'est la Rave blanche transparente, en 1898 le Radis de Pamir, en 1900 le Radis triomphe, en 1903 le Radis à forcer demi-long écarlate à bout blanc.....

L'effort des jardiniers a donc porté sur l'obtention de variétés de plus en plus hâtives et de plus en plus agréables à la vue. Pour le botaniste deux choses frappent de suite dans cette énumération de variétés différentes :

1^o *Des différences de couleur;*

2^o *Des différences de forme.*

Il semble même qu'il y ait parallélisme entre les variations de forme que peuvent subir deux Radis de couleur différente. Par exemple un Radis violet peut être rond, demi-long ou long, de même qu'un Radis noir peut être rond, demi-long ou long et ainsi de suite. On serait ainsi amené à baser une classification des Radis plutôt sur la couleur du tubercule que sur sa forme.

L'étude des différents pigments peut-elle servir de base à cette classification?

M. GRIFFON pensait que des recherches spectroscopiques répondraient à cette question, c'est pourquoi elles furent entreprises en 1912 et en 1913 au laboratoire de l'Institut catholique de Paris.

A. DIFFÉRENCES DE COULEUR

ACTION DES ACIDES ET DES BASES SUR LES SOLUTIONS ANTHOCYANIQUES DE RADIS

I. TUBERCULES

Comme toutes les anthocyanes, les pigments qui nous occupent sont solubles dans l'eau et dans l'alcool à 95°.

En broyant des pulpes de Radis dans ces liquides, on obtient après filtrage une liqueur dont la teinte se rapproche beaucoup de celle du Radis qui a servi à l'obtenir.

Au bout de peu de temps cette teinte s'affaiblit et la liqueur redevient presque incolore. Il semblerait que le pigment soit détruit; mais l'exposé qui va suivre démontre qu'il n'en est rien.

En effet, les solutions anthocyaniques provenant des divers

Radis, colorées ou non colorées, virent énergiquement en présence des acides et des bases. Ces virages très nets permettent d'établir une classification précise des principales variétés de Radis.

Dans un premier groupe, nous rangerons les Radis blancs, jaunes, gris et noirs qui ne donnent pas de virages intéressants.

Dans un deuxième groupe, se rangent tous les Radis de teintes roses, rouges, grenat.

Dans un troisième, se classent les Radis violets, violacés, ou noirs violacés.

Les recherches d'hybridations qui vont suivre permettent de penser que cette troisième catégorie est obtenue par le croisement des Radis appartenant au premier groupe avec des variétés appartenant au deuxième groupe.

L'action des acides et des bases fut étudiée sur la plupart des variétés françaises et sur quelques variétés chinoises provenant directement de Chine; les résultats furent identiques.

I. VARIÉTÉS ROUGES

1^o Action des acides sur les variétés rouges ou roses.

Les essais furent faits avec l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique, l'acide azotique, l'acide acétique. J'ai constaté que les résultats obtenus sont indépendants de la nature de l'acide qui a servi à l'expérience.

Toutes les variétés roses ou rouges virent avec les acides au rouge orange.

L'expérience de virage fut faite en particulier sur :

- Le n^o 11 rouge sang de bœuf;
- Le n^o 119, le n^o 117 et le n^o 112 chinois;
- Le n^o 1, Radis à forcer rond rose hâtif;
- Le Radis rose d'hiver de Chine, n^o 45;
- Le Radis rond écarlate de Pamir, n^o 44;
- La Rave rose à bout blanc, n^o 48;
- Le n^o 114 chinois; le n^o 115 chinois, etc...

2° Action des bases sur les variétés rouges ou roses.

Les bases : soude, potasse, carbonate de sodium, ammoniacque, font subir aux solutions anthocyaniques de Radis des virages plus complexes que les acides :

a) Avec excès de base la teinte est homogène et rappelle celle d'une solution diluée de chlorure d'or;

b) Avec quelques gouttes de base certaines solutions virent au violet, d'autres deviennent dichroïques :

Vertes par transparence;

Violettes par réflexion à la lumière solaire.

Dans la première catégorie se trouvent les variétés suivantes :

Le Radis rose d'hiver de Chine, n° 45;

Le n° 112 chinois, qui passe aussi par une teinte jaune-vert;

Le n° 114 chinois;

Le n° 117 chinois.

Dans la seconde catégorie :

Le rouge sang de bœuf n° 11;

Le n° 119 chinois, qui est bien vert par transparence, mais qui est rouge par réflexion;

Le Radis rond écarlate de Pamir, n° 44 : violet dichroïque, en diluant rouge et vert.

II. VARIÉTÉS VIOLETTES

1° Action des acides.

Les acides font virer les solutions violettes d'anthocyane de Radis, au rouge grenat. On obtient une teinte identique avec une solution étendue de coralline. Ce virage a été observé en particulier sur le n° 15 demi-long violet à bout blanc, le n° 118 violet chinois, le violet de Gournay n° 46, le n° 116 chinois.

2° Action des bases.

Les bases font virer au vert sans dichroïsme les solutions violettes de Radis. Si l'on augmente la quantité de base contenue

dans la solution, cette dernière passe au jaune verdâtre, puis au jaune teinte chlorure d'or.

Les variétés précédentes donnent ces différentes teintes avec des solutions de soude, de potasse et d'ammoniaque.

II. ANTHOCYANE DES FLEURS DE RADIS

On sait que les fleurs de Radis cultivés présentent trois colorations distinctes. Elles sont blanches, roses ou violettes. Il existe un rapport très étroit entre la couleur du tubercule et la couleur des fleurs d'un même Radis. L'observation fut faite sur environ vingt mille pieds de Radis français, chinois et japonais, une première fois le 17 mai 1912, puis une seconde fois le 30 juin 1913. J'ai constaté :

1^o Que toutes les variétés roses et rouges avaient les fleurs roses, rouges ou blanches;

2^o Que toutes les variétés violettes avaient les fleurs violettes, mauves ou blanches;

3^o Que toutes les variétés jaunes, blanches, grises ou noires avaient des fleurs violettes, mauves ou blanches.

Je n'ai pu constater que trois exceptions sur vingt mille pieds, à la loi que j'avance; ces trois exceptions pourraient du reste s'expliquer par des phénomènes d'hybridation :

1^o Un pied de Radis rouge sang de bœuf avait les fleurs violettes;

2^o Un pied de Rave tortillée du Mans avait les fleurs crème tirant sur le jaune;

3^o Un pied de Radis blanc rond d'été n^o 30 avait les fleurs roses.

Le tableau suivant donne avec précision le résumé de toutes ces observations. Il fut établi le 17 mai 1912; les trois exceptions citées plus haut n'y sont pas indiquées. La vérification du 30 juin 1913 n'y apporta aucune modification.

Tableau comparatif des couleurs présentées par les fleurs
des différentes variétés de Radis cultivés.

NATURE des variétés	NUMÉROS de chaque variété	NOM de la variété	COULEUR des pétales
<i>Variétés françaises.</i>			
1 ^{re} Variétés roses et rouges	1	à forcer rond rose hâtif	blanc rosé et blanc pur
	2	à forcer rond rose à bout blanc	id.
	3	à forcer rond écarlate hâtif	id.
	4	à forcer rond écarlate à bout blanc	rose et onglet blanc ou tout rose foncé
	5	à forcer rouge globe	blanc rosé clair
	6	triomphe	blanc rosé et rose
	7, 8 et 9	rond rose, rond rose hâtif et rond rose à bout blanc	blanc et blanc rosé très pâle
	9 bis	rond rose à bout blanc, race du Midi	blanc, sauf un pied rose
	10 et 11	rond écarlate hâtif rouge sang de bœuf	blanc rosé et rouge
	18	à forcer demi-long écarlate	blanc rosé
	21	demi-long rose	id.
	23, 24 et 25	demi-long rose à bout blanc, demi-long écarlate, demi-long écarlate hâtif	id.
	26	demi-long écarlate à bout blanc	id.
	44	rond écarlate de Pamir	id.
	45	rose d'hiver de Chine	blanc rose pâle
	47	Rave rose longue saumonée	blanc rosé
	48 et 49	Rave rose à bout blanc Rave rose hâtive	id.
2 ^{re} Variétés violette	15	rond violet hâtif	violet, blanc violacé et blanc
	16	rond violet à bout blanc	blanc violacé pâle
	28	demi-long violet à bout blanc	blanc et violet
	46	violet d'hiver de Gournay	violet
	54	Rave violette	blanc violacé

NATURE des variétés	NUMÉROS de chaque variété	NOM de la variété	COULEUR des pétales
Variétés blanches	12	rond blanc	blanc et blanc-violet
	20	à forcer demi-long blanc très hâtif	blanc violacé
	27	demi-long blanc	blanc et violet veiné
	29, 30 et 31	demi-long blanc de Strasbourg, blanc rond d'été et blanc de Stuttgart	blanc, violet ou violacé
	39, 40, 52, 53	gros blanc d'Augshourg, blanc de Russie, Rave blanche transparente, Rave de Vienne	blanc pur ou blanc violacé
Variétés jaunes	14	rond jaune d'or extra-hâtif	blanc pur ou blanc violacé
	32	rond jaune d'or hâtif	blanc violacé
	33	jaune d'été roux	blanc et violet
	34	jaune d'or ovale d'été	id.
Variétés grises	35	gris d'été rond	blanc et violet
	36	gris d'été long de Colmar	blanc pur, quelquefois légère teinte violette
	41	gris d'hiver de Laon	violet
Variété noires	37	noir d'été rond	violet
	38	noir long d'été	id.
	42	noir gros long d'hiver	id.
	43	noir gros rond d'hiver	id.

Variétés exotiques.

Toutes les variétés japonaises ou tonkinoises cultivées à Grignon avaient les fleurs plus ou moins violettes, leurs tubercules étaient tous blancs ou blancs teintés de violet.

Les variétés venant directement de Chine se comportent comme les variétés françaises. Celles dont les tubercules sont roses ou rouges ont les fleurs roses ou blanches, celles dont les tubercules sont blancs ou violets ont les fleurs violettes ou violacées.

On peut constater en passant que l'anthocyane est très diluée dans les pétales, qu'elle n'existe que peu ou point dans les sépales, qui sont verts, jaunes-verts ou bruns-rougâtres. Les solutions

aqueuses ou alcooliques de l'anthocyane des corolles, toujours extrêmement diluées, virent néanmoins comme les solutions anthocyaniques des tubercules.

Les fleurs roses (du n° 1 par exemple) donnent des solutions aqueuses qui virent au rose ocre avec les acides, au jaune avec les bases; le stade intermédiaire avec les bases étendues n'a pu être observé.

Les fleurs violettes (du n° 118 chinois par exemple) virent au rouge coralline avec les acides, et au vert avec les bases comme les pigments des tubercules violets. Nous verrons que l'action spectroscopique est également semblable; seul le degré de concentration peut amener quelques différences de détail dans la position des bandes d'absorption.

Action des solutions anthocyaniques sur la lumière.

1^o *Pigments naturels.*

Les solutions aqueuses ou alcooliques de pigments de Radis *n'ont aucune action sur la lumière*. Lorsque les solutions sont peu ou moyennement concentrées, elles affaiblissent à peine l'intensité du spectre; lorsqu'elles sont concentrées au maximum, elles affaiblissent également toutes les radiations. L'action des pigments est donc absolument nulle, quelles que soient du reste leur nature et leur origine.

2^o *Pigments anthocyaniques mis en présence d'acides ou de bases.*

Il n'en est plus de même lorsque la solution est mise en présence d'acides ou de bases. Chaque groupe anthocyanique est alors caractérisé par une bande d'absorption située dans la région la moins réfringente du spectre, et par une absorption totale des radiations les plus réfringentes lorsque la concentration de la solution est assez considérable.

L'expérience fut faite une première fois en 1912 et une seconde fois en 1913; le tableau de la page 47 résume l'ensemble des résultats obtenus.

Nous pouvons en tirer les conclusions suivantes :

Les solutions de pigments anthocyaniques peuvent être caractérisées par leur spectre d'absorption quand elles ont subi un virage par les acides ou par les bases.

Les spectres d'absorption des solutions anthocyaniques mises en présence de bases ne sont visibles que pour des solutions très concentrées; ils ne sont plus visibles en solution étendue. Au contraire les spectres d'absorption sont intéressants pour les solutions virées par les acides, quelle que soit la concentration de la solution. Les pigments des *Radis violets* et ceux des *Radis rouges* ou *roses* en solutions concentrées produisent sur le spectre, lorsqu'ils sont additionnés d'acides, une absorption totale à partir de $\lambda = 556$ ou $\lambda = 572$.

En solution étendue ils sont caractérisés par une bande d'absorption plus ou moins étroite dont l'axe varie suivant la teinte du Radis considéré.

Cet axe se trouve à

- $\lambda = 458$ pour les Radis roses.
- $\lambda = 498$ pour les Radis rouges.
- $\lambda = 510$ pour les Radis grenats.
- $\lambda = 514$ pour les Radis violets.

Ces mêmes pigments mis en présence de bases fortes (potasse, soude, ammoniacque) donnent des spectres différents.

En solutions concentrées, les *Radis rouges* ou *roses* donnent un spectre caractérisé par une bande d'absorption entre

$$\lambda = 619 \text{ et } \lambda = 580.$$

puis une absorption de violet à partir de $\lambda = 450$ ou $\lambda = 460$.

Les *Radis violets*, en solutions concentrées, ne donnent qu'une absorption totale à partir de $\lambda = 486$ et en solutions étendues une simple bande un peu floue dont l'axe se trouve à $\lambda = 618$.

Tableau des absorptions spectroscopiques des solutions additionnées d'acides et de bases des pigments de radis.

La concentration est identique en a et a' et en b et b'.

	Nos des radis	PIGMENT AVEC UN ACIDE		PIGMENT AVEC UNE BASE	
		Solution concentrée a	Solution étendue b	Solution concentrée a'	Solution étendue b'
Examen de 1912.					
Variétés rouges.	11	Absorption totale depuis $\lambda = 574$	Bande d'absorption dont l'axe est $\lambda = 510$	Absorption entre $\lambda = 619$ et $\lambda = 580$ Absorption de violet à partir de $\lambda = 461$	"
	119	Absorption totale depuis $\lambda = 539$	"	Bande entre $\lambda = 619$ et $\lambda = 558$ Absorption totale depuis $\lambda = 450$	"
	1 racine	"	Bande entre $\lambda = 442$ et $\lambda = 474$	Bande entre $\lambda = 618$ et $\lambda = 590$	"
	fleurs I	"	"	"	Absorption à partir de $\lambda = 438$
Variétés violettes.	15	"	Bande d'absorption entre $\lambda = 539$ et $\lambda = 483$	"	"
	118 violet chinois	"	Bande d'absorption entre $\lambda = 539$ et $\lambda = 489$	"	"
Examen de 1913.					
Variétés rouges.	45 rose d'hiver de Chine	Absorption totale depuis $\lambda = 572$	"	Absorption des raies les plus réfrangibles	Rien
	112 chinois	Large bande dont l'axe est situé vers $\lambda = 498$ étendue entre $\lambda = 518$ et $\lambda = 472$	Même bande plus étroite ayant le même axe $\lambda = 498$	"	"
	44 rond écarlate de Pamir	Absorption totale à partir de $\lambda = 563$	Bande dont l'axe est $\lambda = 498$	"	"
	48 Rave rose à bout blanc	Absorption totale à partir de $\lambda = 562$	Bande dont l'axe est $\lambda = 498$	"	"
Variétés violettes.	46 violet de Gournay	Absorption totale à partir de $\lambda = 572$	Bande large qui s'étend dans le rouge jusqu'à $\lambda = 562$	Absorption totale à partir de $\lambda = 486$	Bande floue ayant pour axe $\lambda = 618$

Ces résultats, tout en permettant de faire une classification parmi toutes les variétés de Radis cultivés, laissent supposer une communauté d'origine entre les Radis rouges et les Radis violets. Malgré les différences de virages très nettes présentées par les solutions anthocyaniques, ces solutions produisent, en présence des acides forts et en solution concentrée, une action presque identique sur la lumière.

En solutions étendues, toujours en présence d'acides forts, elles donnent une bande d'absorption dans la même région du spectre, mais dont la place varie insensiblement si l'on passe d'un Radis rose à un Radis violet.

En présence des bases, ces mêmes solutions donnent encore des actions du même ordre dans l'ensemble, bien que différentes dans les détails.

B. DIFFÉRENCES DE FORME DES TUBERCULES DE RADIS

1° RADIS EUROPÉENS

Après avoir étudié en détail les différences de couleur qu'il est facile d'observer entre les diverses variétés de Radis, nous ne pouvons passer sous silence l'étude des principales différences de forme qu'il est possible de remarquer dans les mêmes variétés.

Nous serons très brefs sur ce point, car, dans toute l'étude des Radis cultivés, ce chapitre est certainement le mieux connu, au moins pour les variétés françaises.

On trouvera plus de détails dans les divers traités d'horticulture et dans les revues horticolas.

Les figures suivantes qui servent à illustrer le résumé de la question que nous allons essayer d'entreprendre sont celles des catalogues de la maison Vilmorin gracieusement mises à notre disposition. La description des Radis cultivés a été faite dans les pé-

riodiques horticoles de tous les pays notamment, en Angleterre, en Allemagne, en Espagne et en Portugal.

Nous renvoyons à l'index bibliographique ci-joint (1) pour la

(1) *Tratado, completo del cultivo de la Huerta Buenaventura*. Sarago :

1^o Article sur le Radis, de la page 622 à la page 646;

2^o *Strachan account and description of the varieties of spring Radish*;

3^o *Christie account and description of the autumn and winter Radish*
(*Trans. Hort. Soc. London*, 1822, p. 436-446);

Articles de LAWSON, etc..., dans *Gardener's Chronicle* :

Année 1865, p. 842;

— 1866, p. 7, 459, 79;

— 1867, p. 807;

— 1875, p. 781-782;

— 1879, p. 792;

— 1898, p. 296-297.

HENSLAW, *Radish Journ. R. Hort. Soc. London*, XXXVI, 1910, p. 347, 351); ROBINSON, *The vegetable garden*. London, 1905. Radishes, p. 606, 632;

Revue Horticole française, toute la collection, et en particulier :

Année 1851, p. 5;

— 1852, p. 173, 175, 360;

— 1853, p. 87, 137;

— 1854, p. 25, 30;

— 1855, p. 456, 350, 351;

— 1856, p. 84, 181, 276, 375, 367, 25, 182, 147, 181;

— 1859, p. 507, 543;

— 1863, p. 38, 69;

— 1857, p. 53;

— 1879, p. 55, 126;

— 1875, p. 7, 101, 125, 441, 456;

— 1877, article sur le Radis blanc géant de Stuttgart;

— 1878, p. 6, 35;

— 1880, p. 109;

— 1881, p. 463;

— 1885, Radis demi-long, écarlate, très hâtif;

— 1886, p. 372, 445;

— 1883, p. 563;

— 1900, article de H. DANTHENAY;

— 1900, petits Radis d'été; gros Radis d'été, par RUDOLPH;

— 1902, J. FOUSSAT;

— 1890, Les Radis d'hiver, de CARRIÈRE, p. 326;

— 1894, Les Radis noirs, longs, d'été, par ALLUARD, p. 308;

— 1898, 16 février, p. 83. Les Radis de tous les mois, par H. DE VIL-MORIN.

— 1907, p. 287, article de V. ENFER;

— 1907, p. 394, *idem*;

— 1910, Radis d'été, par V. ENFER;

— 1909, p. 172;

description détaillée des principales variétés et nous chercherons simplement ici à faire ressortir quelques idées générales.

L'observation directe de toutes les variétés de Radis européens montre en effet qu'on peut, au point de vue de la forme, les ranger en trois groupes très nets.



Fig. 23. — Radis noir long d'hiver.

Les figures ci-jointes permettront de se rendre compte des différentes formes que peut revêtir le tubercule des Radis cultivés dans ces divers groupes.

-
- Année 1894, p. 19, 53, 457, 115;
— 1888, p. 57, 130, 570;
— 1889, p. 148;
— 1899, article de LAMBERT;
— 1893, *idem* ;
— 1892, *idem* ;
— 1896, *idem* ;
— 1899, *idem*.



Fig. 24.
Radis violet long d'hiver de Gournay.

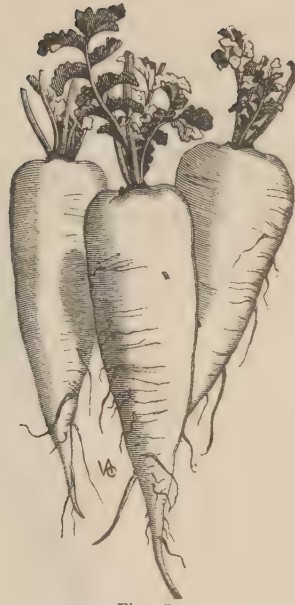


Fig. 25.
Radis gros blanc d'Augsbourg.



Fig. 26. — Radis blanc long de Vienne.



Fig. 27. — Radis blanc de Russie.

Ces trois groupes comprennent :

1^o *Les Radis longs*, chez lesquels le tubercule est huit ou dix fois plus long que large;

2^o *Les Radis demi-longs*, chez lesquels le tubercule n'est que de deux à cinq fois plus long que large;



Fig. 28. — Radis gris d'hiver de Laon.

Et enfin 3^o *Les Radis plus ou moins ronds*, chez lesquels le tubercule est aussi long que large.

Ces trois divisions ne sont du reste pas très absolues : des Radis ronds peuvent avoir des descendants demi-longs ou des Radis longs peuvent avoir des descendants moins allongés. Néanmoins ces différences de forme se transmettent par hérédité ; la plupart des variétés sont à peu près fixées. Il est à remarquer



Fig. 29. — Rave rose longue saumonée.



Fig. 30. — Ravè rose longue à bout blanc.



Fig. 31. -- Radis noir long d'été.



Fig. 32. -- Rave écarlate à bout blanc.



Fig. 33. — Radis demi-long blanc de Strasbourg.



Fig. 34. Radis rose d'hiver de Chine.



Fig. 35. Radis demi-long rose.



Fig. 36. — Radis demi-long écarlate très hâtif à courtes feuilles.



Fig. 37. — Radis demi-long blanc.



Fig. 38. — Radis demi-long rose à bout blanc



Fig. 39. — Radis demi-long rose à bout blanc.

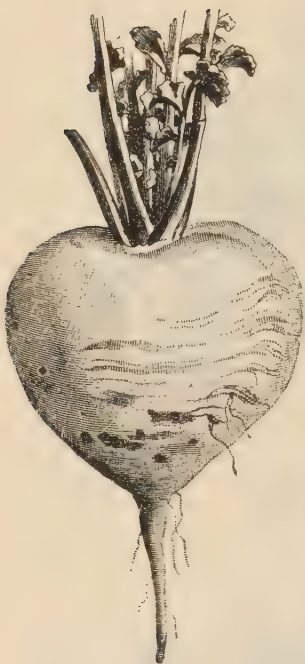


Fig. 40.
Radis blanc géant de Stuttgart.



Fig. 41. — Radis jaune d'or ou roux d'été.



Fig. 42. — Radis blanc rond d'été.



Fig. 43. — Radis rond écarlate hâtif.



Fig. 44. — Radis à forcer rond rose à bout blanc.

que les variétés rondes deviennent facilement allongées, tandis



Fig. 45. — Radis rond rose à bout blanc.



Fig. 46. — Radis à forcer rond écarlate hâtif.

que j'é n'ai jamais vu naturellement des variétés longues devenir rondes.

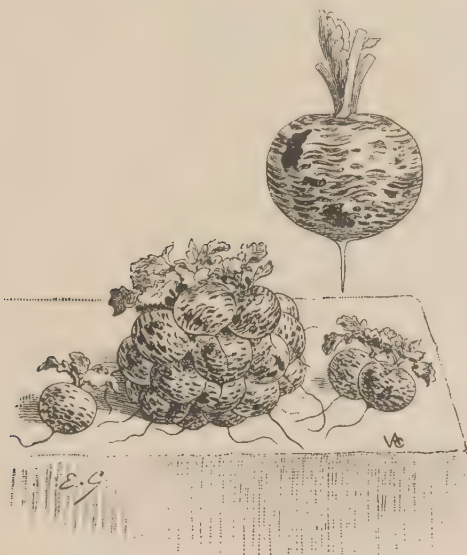


Fig. 47. — Radis triomphe.



Fig. 48.
Radis rond jaune d'or hâtif.

Il y a tout lieu de croire que le type originel du Radis cultivé

était plus ou moins allongé; les modifications de forme auraient été produites dans la suite des âges par la culture.



Fig. 49. — Radis rond écarlate de Pamir.



Fig. 50. — Radis violet gros rond d'hiver

Les variétés grises et noires sont rondes ou longues; on ne connaît pas d'intermédiaires :

Gris d'été rond;
Gris d'été long;
Noir d'été rond;
Noir d'été long (fig. 31);
Noir gros long, d'hiver (fig. 23),
Gris d'hiver de Laon (fig. 28).

Les variétés blanches varient davantage dans la forme. Elles peuvent être longues :

Rave à forcer blanche transparente;
Rave de Vienne (fig. 26);
Gros blanc d'Augsbourg (fig. 25).

Demi-longues :

Demi-long de Strasbourg (fig. 33);
Demi-long, blanc (fig. 37);
A forcer demi-long blanc.

En forme de toupie : Blanc géant de Stuttgart (fig. 40);

En forme de betterave : Blanc de Russie (fig. 27);

puis nettement rondes comme le Blanc rond d'été (fig. 42) :

Le rond blanc;

Le rond blanc petit hâtif.

Les variétés jaunes sont surtout des variétés rondes ou ovales; assez récentes en Europe elles sont peut-être originaires d'Égypte :

Rond jaune extra-hâtif;

Rond jaune d'or hâtif (fig. 48);

Radis roux d'été (fig. 41);

Radis d'été jaune d'or ovale.

Les variétés rouges, roses et violettes, que nous réunirons ici, présentent des formes très diverses.

Il y a des Radis ronds :

a) *Variétés roses et rouges :*

A forcer rond rose à bout blanc (fig. 44);

A forcer rond écarlate hâtif (fig. 46);

Triomphe (fig. 47);

A forcer rond rose hâtif;

A forcer rond écarlate à bout blanc;

A forcer rouge globe;

Rond rose;

Rond rose hâtif;

Rond rose à bout blanc (fig. 45);

Rond écarlate hâtif (fig. 43);

Rond rouge sang de bœuf;

Rond écarlate de Pamir (fig. 49);

b) *Variétés violettes :*

Rond violet hâtif;

Rond violet à bout blanc;

Radis violet gros rond d'hiver (fig. 50), qui rappelle la forme d'une toupie.

D'autres Radis présentent la forme d'une olive et se rangent dans la catégorie des demi-longs :

Radis demi-long rose (fig. 35);

Demi-long écarlate hâtif.

D'autres sont cylindriques et demi-longs :

Radis rose d'hiver de Chine (fig. 34);
A forcer demi-long rose à bout blanc;
A forcer demi-long écarlate très hâtif (fig. 36);
A forcer demi-long écarlate à bout blanc;
Demi-long rose à bout blanc (fig. 38 et 39);
Demi-long écarlate très hâtif;
Demi-long écarlate à bout blanc.
Demi-long violet à bout blanc.

D'autres enfin sont longs, comme :

Rave rose longue saumonée (fig. 29);
Rave rose à bout blanc (fig. 30);
Rave rose hâtive;
Rave écarlate à bout blanc (fig. 32);
Rave violette.

Ce rapide exposé nous permet de conclure en 1914, comme GÉRARDE en 1633, avec quelques exceptions de détail :

Il y a des Radis *longs* : blancs, noirs, rouges (violets); quelques-uns sont *ronds* : blancs, noirs, gris, jaunes, violets. Enfin on en trouve qui ont la forme d'une poire et qui sont de couleur rouge (quelquefois blanche ou violette).

Nous avons des Radis plus ou moins hâtifs, aux couleurs plus ou moins vives, mais nos Radis modernes diffèrent bien peu de leurs ancêtres du Moyen Age.

2° RADIS CHINOIS

Nous retrouvons les mêmes caractères de fixité chez les Radis chinois. J'ai déjà parlé de cette observation dans la première partie de ce travail, je n'y reviendrai donc pas. L'amplitude de la variation est même beaucoup plus restreinte en Chine qu'en Europe; elle n'est pas de même nature.

Nos Radis européens s'acclimatent difficilement en Chine,

ils dégénèrent et perdent vite leurs propriétés acquises. Au contraire, les variétés chinoises restent fixes dans leur pays d'origine malgré les nombreuses hybridations qui peuvent se produire entre deux variétés diverses de Radis.

Je ne connais pas en Chine de Radis noirs, gris ou jaunes; toutes les variétés qui m'ont été fournies sont blanches, roses, violettes ou rouges.

Il semble également qu'en Chine on ne connaisse pas les Radis longs; tous ceux que l'iconographie nous représente, tous ceux qui proviennent de graines chinoises semblent être exclusivement ronds ou demi-longs.

J'en ai cultivé huit variétés différentes que je vais essayer de décrire, car elles ne sont guère connues, ce sont :

- ..Nos 112, Lou t'eu ts'ing Radis d'hiver (tête de rosée sombre);
- 113, Radis violet d'hiver;
- 114, Radis violet d'hiver;
- 115, Radis rouge de printemps;
- 116, Siao ou yug petit « cinq hivers »;
- 117, Nieou t'oei Radis rouge d'hiver « patte de bœuf »;
- 118, Radis blanc d'hiver;
- 119, Kiang pê lo p'ouo.

(Je conserve les numéros pour éviter les répétitions de noms chinois.)

Toutes ces variétés furent semées à Grignon à différentes époques, et chez M. E. TROUARD RIOLLE, à Poulaines (Indre). Les résultats furent comparables, mais très différents quant à la grosseur des tubercules. Les semis de printemps et d'été ne donnèrent que de très petits tubercules. Les semis du mois d'août donnèrent déjà des tubercules intéressants; ceux du 16 août en Berry donnèrent, au mois de décembre, des Radis magnifiques.

Le 1^{er} décembre, les plants de Grignon furent photographiés et trois semaines plus tard les plants cultivés en Berry.

Ces sept premiers tubercules ont été mesurés et pesés; les chiffres obtenus ont donné le tableau suivant (Voir p. 62).

Radis chinois (Chantepie-Grignon).

NUMÉROS	POIDS	LONGUEUR	CIRCONFÉRENCE
115	240 ^{gr}	0 ^m 10	0 ^m 22
117	120 ^{gr}	0 ^m 08	0 ^m 19
113	240 ^{gr}	0 ^m 10	0 ^m 22
114	100 ^{gr}	0 ^m 09	0 ^m 16
112	190 ^{gr}	0 ^m 13	0 ^m 18
119	110 ^{gr}	0 ^m 09	0 ^m 16
118	80 ^{gr}	0 ^m 09	0 ^m 13

Les quatre tubercules provenant du Berry pesés et mesurés dans les mêmes conditions sont représentés par ce deuxième tableau.

Radis chinois cultivés en Berry.

N ^{os}	LONGUEUR du tubercule	CIRCONFÉRENCE	POIDS TOTAL	LONGUEUR de la plante (feuilles et tubercule)
116	0 ^m 16	0 ^m 32	0 ^{kg} 630	0 ^m 61
112	0 ^m 18	0 ^m 26	0 ^{kg} 580	0 ^m 64
117	0 ^m 14	0 ^m 28	0 ^{kg} 420	0 ^m 49
118	0 ^m 14	0 ^m 19	0 ^{kg} 220	0 ^m 43

Tous ces Radis ont des formes comparables, ils diffèrent surtout par leurs feuilles et leur couleur.

Les uns sont à feuilles entières :

N^{os} 118, Blanc;

114, Rouge à l'extérieur et à l'intérieur;

115, Rouge à l'extérieur et à l'intérieur;

Les autres, à feuilles découpées :

N^{os} 119, Rouge;

112, Rose tacheté de blanc.

Avec toutes ces données il nous est facile de décrire les huit variétés chinoises dont nous parlons.

Le n° 112 est une belle variété rose chair avec des tons dégradés allant jusqu'au blanc pur. On pourrait le ranger dans les Radis demi-longs; son diamètre est un peu plus grand à la base qu'au sommet, ses feuilles sont découpées et mesurent 45 centimètres environ. Le tubercule pèse de 190 à 580 grammes.



Fig. 51. — Radis chinois cultivés à Grignon. Nos 112, 115, 113, 114, 117, 118, 119.

Le n° 113 est violet d'après les Chinois, mais souvent rouge en réalité. C'est un Radis rond dont le diamètre est presque égal à la longueur; sa racine est très allongée; l'écorce colorée est très peu épaisse et présente souvent des stries blanches.

Le n° 114 est toujours rouge à l'intérieur et à l'extérieur. C'est un Radis demi-long ayant la forme d'une poire.

Le n° 115 est comparable, mais il est plus globuleux; on pourrait dire que le n° 114 ressemble à une « Louise-bonne » et le n° 115 à une « Duchesse ».

Le n° 116 est rond : 0^m 16 de long, 0^m 32 de circonférence; sa teinte grenat foncé vire comme celle des Radis violets.

Le n° 117 est rouge foncé, absolument rond, 0^m14 de long et 0^m28 de circonférence. Son anthocyane vire comme celle des Radis rouges français.



Fig. 52. — Radis chinois cultivés en Berry. Nos 116, 112, 117, 118.

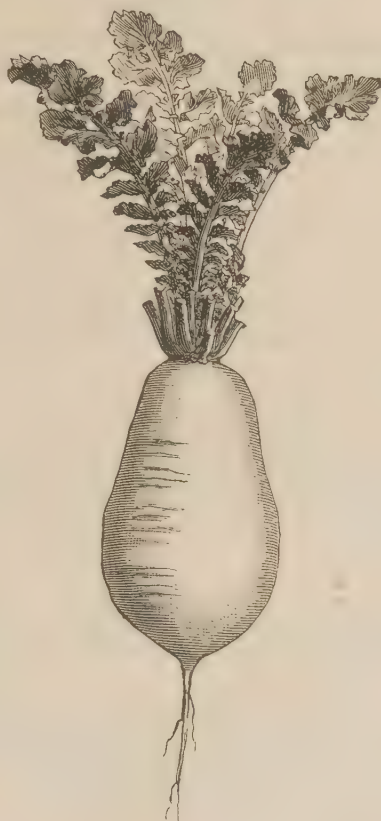
Le n° 118 est blanc, de forme demi-longue. Il présente un collet vert, son poids varie de 80 à 250 grammes.

Enfin le n° 119 est rouge, de forme ovale, plus long que large.

3° RADIS JAPONAIS (DAÏKONS)

Si les variétés chinoises de Radis sont encore mal connues, il en est de même *a fortiori* pour les variétés japonaises ou Daïkons.

CARRIÈRE y avait consacré quelques articles dans le *Journal d'Agriculture* et dans la *Revue Horticole*. MM. PAILLEUX et



(Clichés appartenant à la Librairie agricole.)

Fig. 53.
Daikon Marunerima.

Fig. 54.
Shieineain Daikon.

Fig. 55.
Kedissune Daikon.

Bois en ont donné quelques descriptions dans *Le Potager d'un curieux*; plus récemment M. DE NOIER à l'exposition des chry-

santhèmes de novembre 1911 et 1912 en a montré quelques beaux échantillons. Le sujet est loin d'être épuisé cependant (1).

Les Daïkons sont des Radis qui semblent provenir d'un type spécifique unique différent des *Raphanus sativus* français, tonkinois et chinois.

MM. PAILLEUX et BOIS les rangent dans ce même groupe d'après les caractères des feuilles et du tubercule. A mon avis, les caractères tirés des fruits et des fleurs sont plus importants quand il s'agit d'espèces surtout dans la famille des Crucifères.

Ces auteurs font du reste une excellente description de onze variétés de Daïkons et ils donnent les figures de trois d'entre elles : *Maru nerima*, *Kedissune*, *Shieineain*, puis *Hosone*, *Myashige*, *Arkie*, *Medzumi*, *Kunchi*, *Songetty* et *Ninengu*.

J'ai fait venir directement du Japon plus de quarante variétés différentes de Daïkons, mais quelques-unes déjà décrites par MM. PAILLEUX et BOIS ne m'ont pas été envoyées. Je n'ai pu me procurer également que des variétés blanches, alors qu'au Japon il en existe de rouges.

Si les variétés de Daïkons sont très nombreuses, elles ne présentent entre elles que de légères différences. Le secrétaire de l'Institut Botanique de Tokio, qui le 28 février 1912 m'envoyait seize variétés différentes, les classe en deux groupes d'après le feuillage :

1° Les variétés précoces à feuillage sombre ;

2° Les variétés d'automne à feuillage vert clair (*light green leaves*).

Les variétés à feuillage sombre peuvent se semer à n'importe quelle époque depuis avril jusqu'à la fin d'août ; elles donnent toujours en quelques mois de gros tubercules. Au contraire, les

(1) *Daïkons* (*Index bibliographique*) :

PAILLEUX et BOIS, *Potager d'un Curieux*, p. 173.

Article de Louis SISLEY, 1874, p. 444, dans la *Revue Horticole* ; puis année 1875, p. 7, 101, 125, 441 et année 1876, p. 5, 24, 83, 241, 245, 284. (*Journal d'Agriculture pratique*, article de CARRIÈRE, p. 409, année 1882) ;

R. DE NOTER, *Les Radis du Japon, nouvelle culture dérobée* (*Revue Agricole et Rurale*, 27 avril 1912) ;

R. DE NOTER, *Les Daïkons* (Extrait de la *Revue Végétarienne*, Hygie, 1911).

variétés à feuillage clair ne peuvent se semer que du 15 juillet au 15 août. Avant cette date, elles montent à graines sans tubériser; après cette date, elles se développent difficilement.

J'ai étudié en détail les divers modes de cultures qui conviennent aux diverses variétés de Daikons dans une note publiée aux Annales de Grignon 1914 : je n'insiste pas plus longtemps ici sur ce point.

Les variations de forme observées chez les Daikons en culture normale sont parallèles aux variations de forme observées chez les Radis français. Au point de vue de la forme, on peut classer les Daikons en trois groupes :

- 1° Les Radis longs;
- 2° Les Radis demi-longs;
- 3° Les Radis plus ou moins ronds.

Le poids de ces tubercules est très considérable; des tableaux vont donner une idée des dimensions et des poids des principales variétés de Daikons. A peine quelques variétés françaises peuvent-elles soutenir honorablement la comparaison. Néanmoins, ni à Grignon, ni en Berry nous n'avons pu obtenir des tubercules aussi volumineux que ceux décrits par les Japonais.

1° VARIÉTÉS LONGUES

Les variétés les plus nombreuses sont certainement les variétés longues.

Beaucoup d'entre elles atteignent normalement de 50 centimètres à 1 mètre de longueur. Le poids de quelques tubercules dépouillés de leurs feuilles atteignait près de 4 kilos.

Dès le mois de mars 1912, nous avons semé sur couche toute la collection; beaucoup montèrent à graines, mais quelques variétés se développèrent normalement. J'ai pu vers le mois de juillet établir le tableau suivant :

Poids des tubercules de Daïkons semés sur couche en 1912.

Nos	NOMS	POIDS TOTAL	POIDS NET du tubercule
59	Hosone Daïkon	4 ^{kg} 350	3 ^{kg} 250
58 ₁	Suikoni Natzu Daïkon	2 ^{kg} 250	1 ^{kg} 450
58 ₂	»	3 ^{kg} 450	2 ^{kg} 100
58 ₃	»	2 ^{kg} 150	2 ^{kg} »
76 ₁	Tokinashi Daïkon	4 ^{kg} 650	3 ^{kg} 670
76 ₂	»	3 ^{kg} 200	2 ^{kg} 300
60	Natzu Daïkon	2 ^{kg} 600	1 ^{kg} 300

L'année suivante les variétés Suikoni Natzu Daïkon et Natzu Daïkon furent semées à nouveau et photographiées. Les tubercules pesaient nets : 560 et 800 grammes. Le poids total des plantes photographiées était de 760 grammes et 1^{kg} 320; leur longueur atteignait 35 et 65 centimètres; leur circonférence : 20 et 25 centimètres.

A la même époque, nous avons également arraché et photographié les variétés 68, 73 et 61 à la même échelle :

Nos 68, Tokinashi Daïkon;
61, Kameïdo Daïkon;
73, Ogon Daïkon.

Semé en Berry le 16 août et à Grignon le 25 juin 1913, le Tokinashi présenta dans sa forme quelques variations, dans le semis de Grignon le Radis prit la forme d'une Igname (fg. 61).

Trois autres variétés longues du même semis présentaient du reste la même forme. Ces variétés sont les suivantes :

Nos 65, Minokokonoka Daïkon early;
67, Gemei Daïkon;
64, Horyo Daïkon.

Le type le plus intéressant au point de vue de la forme parmi les variétés longues est certainement le n° 55 *New long string*

radish. Sa circonférence varie de 5 à 8 centimètres et sa longueur atteint quelquefois 1 mètre (fig. 58).



Fig. 56. — Suikoni Natzu Daïkon et Natzu Daïkon photographiés le 7 août 1913.

Le premier n° 58 pesait 760 grammes ; longueur = 0^m 35 ; largeur = 0^m 20 ; — Le second n° 60 pesait 1^{kg} 320 : longueur = 0^m 65 ; largeur = 0^m 25.

Parmi les variétés longues, nous pouvons encore citer les numéros :

- N°s 62, Tokyo Daïkon ;
- 69, Nerima long radish ;
- 56, Kunich Daïkon early ;
- 90, Kunchi Daïkon ;

- 97, Nerima Tsoumari Daikon;
86, Shogoin Daikon;
85, Myashige Daikon;
102, Myashige Shirifouto Daikon;
70, Sanguinishi Daikon.



Fig. 57

Suikoni Natzu Daikon; — Shogoin Daikon; — Kunchi Daikon; — Nerima Tsoumari Daikon.

D'autres Radis avaient des formes semblables; ils n'ont pas été tous photographiés.

Je citerai encore :

- Nos 72, Akistsumari Daikon;
71, Myashige Daikon,

provenant de Yokohama Nursery, identique au n° 85 provenant de Tokio.

- Nos 63, Sakurajuma mammoth radish;
82, Nagatomari Daikon (avec une forme un peu allongée, plus étroite à l'extrémité qu'à l'autre);
96, Nerima Daikon;
57, Tokuri Myashige Daikon;
94, Nerima Marouziri Daikon.

Toutes ces variétés longues semblent moins bien fixées que

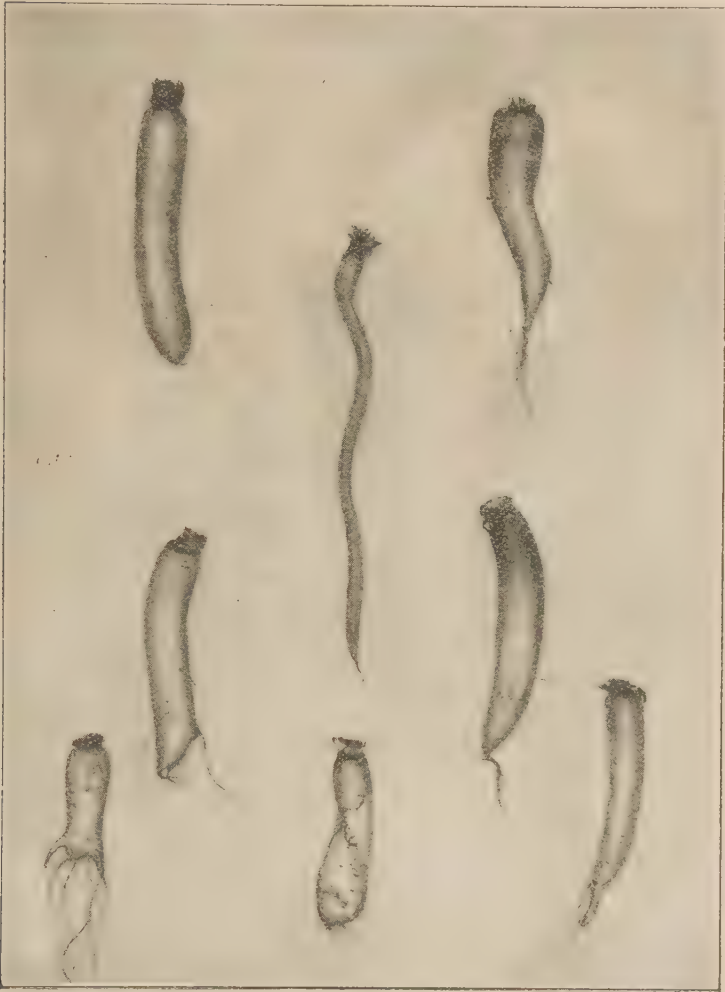


Fig. 58. — Radis japonais longs et demi-longs cultivés à Poulaines (Indre), photographiés le 15 décembre 1913.

N° 63, Sakurajuma mammoth radish ; — n° 55, New long string radish ; — n° 56, Kunich Daikon early ; — n° 68, Tokinashi Daikon ; — n° 71, Myashige Daikon ; — n° 60 Natzu Daikon ; — n° 70, Sanguinishi Daikon ; — n° 59, Hosone Daikon.

les variétés longues françaises. Dans un même semis d'une va-

riété longue il n'est pas rare d'obtenir des variétés demi-longues. J'ai observé ce fait chez les variétés suivantes :

Nos 68, Tokinashi Daikon;
60, Natzu Daikon;
57, Tokuri Myashige Daikon.



Fig. 59. — Radis japonais cultivés à Poulaines.
N° 66. Akasuja Daikon; — n° 64, Horyo Daikon; — n° 67, Gemei Daikon.

Les variétés demi-longues et rondes sont moins nombreuses;

elles atteignent en général des dimensions moins considérables et leur poids est plus faible que celui des variétés longues.

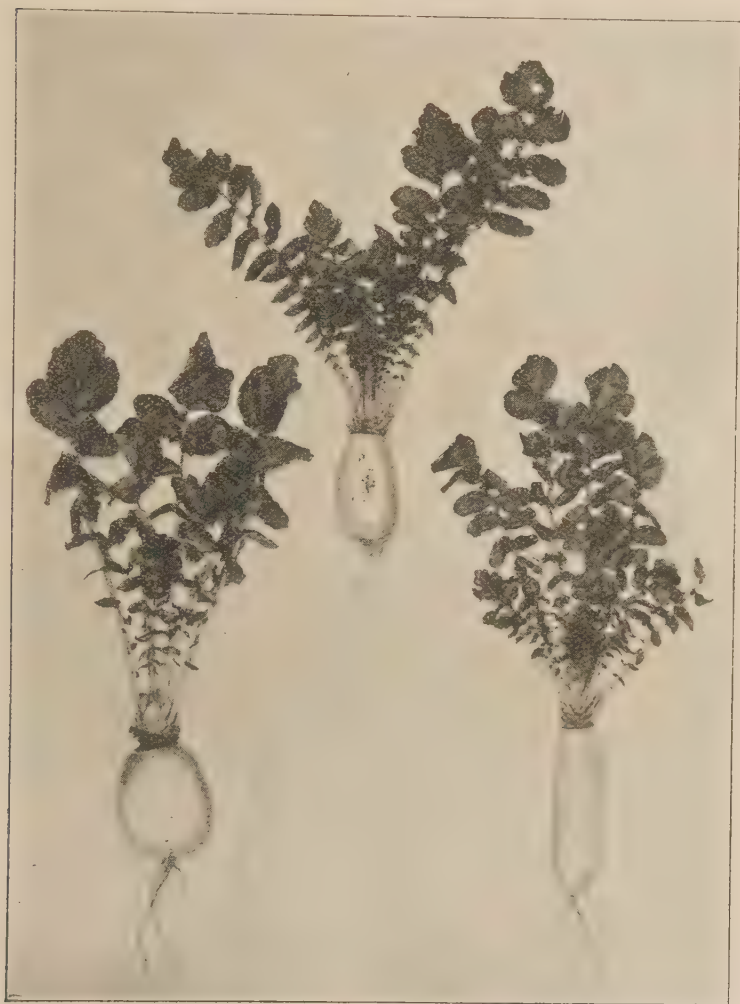


Fig. 60. — Radis japonais cultivés à Poulaines.

N° 57, Tokuri Myashige Daikon ; — n° 58, Suikoni Natzu Daikon ; — n° 74, Shogoin Daikon.

Toutes les variétés de Daikons ayant été photographiées avec le même grossissement, il est facile de se rendre compte à l'aide des figures ci-jointes de l'ensemble des formes présentées par

les Daïkons : 10 centimètres naturels donnent 8 millimètres de photographie.



Fig. 61. — Radis japonais cultivés à Grignon au Verger, semis du 25 juin 1913, photographie du 1^{er} décembre.

N^o 102, Myashige Shirifuto Daikon; — n^o 85, Myashige Daikon; — n^o 59, Hosone Daikon; — n^o 72, Akistumari Daikon; — n^o 75, Navashiro Daikon; — n^o 71, Myashige Daikon; — n^o 80, Ninengo Daikon; — n^o 63, Sakurajuma mammoth radish; — n^o 66, Akasuja Daikon; — n^o 62, Tokyo Daikon; — n^o 64, Horyo Daikon; — n^o 65, Minokokonoka Daikon early; — n^o 67, Gemei Daikon; — n^o 68, Tokinashi Daikon.

Les variétés rondes sont les suivantes (nous rangeons les variétés intermédiaires dans les demi-longues) :

- N^{os} 74, Shogoïn Daïkon (Yokohama Nursery). Un pied, provenant de Grignon, était long (n^o 86).
- 89, Tokkuri Daïkon;
- 87, Onaga Daïkon;
- 100, Shyogoïn Daïkon (provenant de M. FOUKOUBA).

Les variétés demi-longues sont les suivantes :

- N^{os} 57, Tokkuri Myashige Daïkon;
- 58, Suikoni Natzu Daïkon;
- 64, Horyo Daïkon;
- 67, Gemei Daïkon.

Mais, comme je le disais précédemment, ces diverses variétés sont souvent longues.

On peut donc conclure que la forme des Radis japonais est moins fixé que celle des Radis européens, mais que l'évolution des formes est identique, sauf quelques exceptions de détail.

Nous résumons les dimensions de toutes ces variétés dans les trois tableaux suivants. A titre de comparaison, j'ai relevé d'abord dans un premier tableau quelques poids de variétés françaises :

Tableau comparatif des poids de quelques Radis français.

N ^{os}	NOMS	POIDS TOTAL avant la floraison	POIDS du tubercule	POIDS des feuilles
40	»	2 ^{kg} 350	1 ^{kg} 710	0 ^{kg} 640
46	Violet de Gournay	1 ^{kg} 980	1 ^{kg} 500	0 ^{kg} 480
46	»	1 ^{kg} 130	0 ^{kg} 920	0 ^{kg} 210
46	»	0 ^{kg} 770	0 ^{kg} 550	0 ^{kg} 220
31	»	0 ^{kg} 950	0 ^{kg} 750	0 ^{kg} 200
45	»	0 ^{kg} 780	0 ^{kg} 560	0 ^{kg} 220
45	»	0 ^{kg} 880	0 ^{kg} 650	0 ^{kg} 230

DAÏKONS

Deuxième semis du 15 juillet au 1^{er} décembre 1913 (Verger).

NUMÉROS	POIDS	LONGUEUR	CIRCONFÉRENCE
64	0 ^{kg} 600	0 ^m 40	0 ^m 20 0 ^m 12
65	0 ^{kg} 570	0 ^m 34	0 ^m 20
67	0 ^{kg} 520	0 ^m 30	0 ^m 22 0 ^m 06
68	1 ^{kg} 020	0 ^m 40	0 ^m 29 0 ^m 13
59	0 ^{kg} 340	0 ^m 32	0 ^m 15
72	0 ^{kg} 280	0 ^m 22	0 ^m 13
85	0 ^{kg} 650	0 ^m 30	0 ^m 20
102	0 ^{kg} 500	0 ^m 30	0 ^m 18
62	0 ^{kg} 180	0 ^m 17	0 ^m 18
63	0 ^{kg} 100	0 ^m 15	0 ^m 14
66	0 ^{kg} 060	0 ^m 13	0 ^m 11
80	0 ^{kg} 080	0 ^m 20	0 ^m 11
75	0 ^{kg} 050	0 ^m 16	0 ^m 05
71	0 ^{kg} 070	0 ^m 15	0 ^m 10

Semis de Chantepie (Grignon), du 15 juillet au 1^{er} décembre 1913.

N ^{os}	NOMS	POIDS	LONGUEUR	CIRCON- FÉRENCE
90	Kunchi Daikon	0 ^{kg} 440	0 ^m 35	0 ^m 16
86	Shogoin Daikon	0 ^{kg} 360	0 ^m 32	0 ^m 15
69	Nerima long radish	0 ^{kg} 230	0 ^m 25	0 ^m 11
64	Horyo Daikon	0 ^{kg} 220	0 ^m 30	0 ^m 10
62	Tokio Daikon	0 ^{kg} 340	0 ^m 31	0 ^m 16
97	Nerima Tsoumari Daikon	0 ^{kg} 550	0 ^m 29	0 ^m 19
73	Ogon Daikon	0 ^{kg} 175	0 ^m 25	0 ^m 10
55	New long radish	0 ^{kg} 380	0 ^m 28	0 ^m 08
56	Kunich Daikon early	0 ^{kg} 065	0 ^m 23	0 ^m 06
88	Mariguchy Daikon	0 ^{kg} 055	0 ^m 21	0 ^m 05
105	Kountchi Daikon	0 ^{kg} 715	0 ^m 23	0 ^m 23
74	Shogoin Daikon	0 ^{kg} 240	0 ^m 12	0 ^m 17
67	Gemei Daikon	0 ^{kg} 200	0 ^m 13	0 ^m 16
89	Tokkuri Daikon	0 ^{kg} 160	0 ^m 12	0 ^m 16
87	Onaga Daikon	0 ^{kg} 340	0 ^m 11	0 ^m 23
71	Myashige Daikon	0 ^{kg} 150	0 ^m 24	0 ^m 12
60	Natzu Daikon	0 ^{kg} 090	0 ^m 23	0 ^m 09
57	Tokuri Myashige Daikon	0 ^{kg} 190	0 ^m 16	0 ^m 13
100	Shyogoin Daikon	0 ^{kg} 340	0 ^m 10	0 ^m 21
103	Nino wasse Daikon	0 ^{kg} 240	0 ^m 17	0 ^m 14
68	Tokinashi Daikon	0 ^{kg} 210	0 ^m 13	0 ^m 15
63	Sakurajuma mammoth Daikon	0 ^{kg} 410	0 ^m 32	0 ^m 19
96	Nerima Daikon	0 ^{kg} 170	0 ^m 21	0 ^m 11
70	Sanguinishi Daikon	0 ^{kg} 250	0 ^m 32	0 ^m 13
65	Minokokonoka Daikon early	0 ^{kg} 120	0 ^m 22	0 ^m 10
61	Kameido Daikon	0 ^{kg} 370	0 ^m 25	0 ^m 18
94	Nerima Marouziri Daikon	0 ^{kg} 228	0 ^m 30	0 ^m 12
82	Nagatomari Daikon	0 ^{kg} 320	0 ^m 25	0 ^m 14
83	Kunichi Daikon of Mino	0 ^{kg} 290	0 ^m 30	0 ^m 13
60	Natzu Daikon	0 ^{kg} 240	0 ^m 26	0 ^m 15
58	Suikoni Natzu Daikon	0 ^{kg} 180	0 ^m 26	0 ^m 10
59	Hosone Daikon	0 ^{kg} 120	0 ^m 23	0 ^m 10
72	Akistsumari Daikon	0 ^{kg} 080	0 ^m 16	0 ^m 09

Semis du 16 août 1913, récolté le 16 décembre 1913, à Poulaines (Indre).

N ^{os}	NOMS	LONGUEUR du tubercule	LONGUEUR totale (feuilles et tubercule)	CIRCON- FÉRENCE	POIDS total	POIDS du tubercule
55	New long string radish	0 ^m 55	0 ^m 97	0 ^m 05	0 ^{kg} 300	0 ^{kg} 180
56	Kunich Daikon early	0 ^m 35	0 ^m 75	0 ^m 19	1 ^{kg} »	0 ^{kg} 840
57	Tokuri Myashige Daikon	0 ^m 15	0 ^m 80	0 ^m 25	0 ^{kg} 880	»
58	Suikoni Natzu Daikon	0 ^m 23	0 ^m 80	0 ^m 23	1 ^{kg} 035	»
59	Hosone Daikon	0 ^m 16	0 ^m 80	0 ^m 16	0 ^{kg} 500	0 ^{kg} 300
60	Natzu Daikon	0 ^m 35	0 ^m 80	0 ^m 14	0 ^{kg} 500	0 ^{kg} 380
61	Kameido Daikon	0 ^m 25	0 ^m 82	0 ^m 21	0 ^{kg} 780	0 ^{kg} 500
62	Tokio Daikon	0 ^m 40	0 ^m 95	0 ^m 19	0 ^{kg} 825	0 ^{kg} 550
63	Sakurajuma mammoth radish	0 ^m 32	0 ^m 75	0 ^m 22	0 ^{kg} 650	0 ^{kg} 570
64	Horyo Daikon	0 ^m 25	0 ^m 75	0 ^m 20	0 ^{kg} 950	»
65	Minokokonoka Daikon early	0 ^m 45	0 ^m 82	0 ^m 17	1 ^{kg} 300	»
71	Myashige Daikon	0 ^m 35	0 ^m 90	0 ^m 19	1 ^{kg} »	0 ^{kg} 750
72	Akistsumari Daikon	0 ^m 17	0 ^m 70	0 ^m 28	0 ^{kg} 600	0 ^{kg} 520
74	Shogoïn Daikon	0 ^m 21	0 ^m 90	0 ^m 40	1 ^{kg} 220	»
66	Akasuja Daikon	0 ^m 43	0 ^m 95	0 ^m 22	1 ^{kg} 250	»
67	Gemei Daikon	0 ^m 16	0 ^m 80	0 ^m 24	1 ^{kg} »	»
68	Tokinashi Daikon	0 ^m 32	0 ^m 75	0 ^m 18	0 ^{kg} 800	»
69	Nerima long radish	0 ^m 35	0 ^m 90	0 ^m 17	0 ^{kg} 850	0 ^{kg} 500
70	Sanguinishi Daikon	0 ^m 28	0 ^m 70	0 ^m 19	0 ^{kg} 700	»

Toutes les variétés de Daikons sont donc de grosses variétés dont les poids atteignent facilement 1 kilo, mais il est difficile en France d'obtenir des poids de 5, 10 et 15 kilos qui sont les poids normaux de quelques variétés au Japon.

Le Sakurajuma Daikon, originaire de l'île volcanique de Sakurajuma, se développe tellement dans son pays d'origine, que, m'écrit le secrétaire de l'Institut de Tokio, deux suffisent pour charger un cheval; la légende dit même que l'ancêtre de ce Radis avait une demi-lieue de tour!...

Le Shogoïn Daikon, originaire de Shogoïn, ville dépendant

de Kyoto, est encore une variété gigantesque, mais qui ne dépasse jamais le Sakurajuma.

Certaines variétés ne sont mangées que cuites, d'autres cuites ou crues.

Le Daikon est le légume national au Japon; il sert, m'écrit mon correspondant, à *many purposes* (beaucoup d'usages).

Certaines variétés, comme le Myashige, l'Horyo Daikon, servent, lorsqu'ils sont bouillis, à la composition du « Takuidan » et du « Kiriboshi », de même l'Onaga Daikon.

Ces deux plats sont des mets très estimés au Japon. On pourrait, je crois, conclure de tout ceci que le Daikon joue dans l'alimentation japonaise le rôle de la pomme de terre dans l'alimentation française. Sa composition chimique permet-elle cette affirmation?

ÉTUDE CHIMIQUE DES TUBERCULES DE RADIS RECHERCHES DES HYDRATES DE CARBONE

Nous ne bornerons pas cette étude aux seuls Radis japonais. La recherche des hydrates de carbone a été faite sur quelques types choisis parmi toutes les variétés connues, européennes, chinoises et japonaises. Elle fut tentée :

- 1° Au point de vue qualitatif;
- 2° Au point de vue quantitatif.

I. ESSAI QUALITATIF

Cet essai avait surtout pour but de rechercher la présence de l'amidon. Il fut fait sur toutes les variétés françaises, chinoises et japonaises un grand nombre de fois. On utilisa pour cette recherche le procédé de l'iode à froid, de l'iode-iodure de potassium à froid et celui de l'iode-iodure à chaud. Pour ce dernier procédé on chauffait un peu de tubercule râpé dans de l'eau distillée; on refroidissait avec de l'eau distillée, puis on ajoutait un excès d'iode-iodure.

La pomme de terre donnait une coloration très bleue.

Radis japonais âgés de deux mois et Radis français
âgés d'un mois.

Seuls les Radis français n^{os} 37, 38, 42, 43 ont bleui très faiblement dans l'écorce et surtout au centre, et les Radis japonais n^{os} 58, 73, 66, 72, 75 ont présenté une couleur bleue très pâle.

Un deuxième essai effectué le 30 novembre 1912 donna des résultats semblables. Absence totale d'amidon dans la plupart des Radis français et japonais sauf quelques traces dans les n^{os} 7, 55, 66, 75, 86, 92 et 84, puis dans le tonkinois n^o 108.

Au contraire, les Radis chinois n^{os} 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119 en présentaient beaucoup.

Cette observation n'a du reste rien d'absolu, certains pieds de la même variété présentent beaucoup d'amidon, d'autres en contiennent très peu ou même pas du tout.

L'amidon des Radis est formé de grains de différentes grosseurs ayant la forme « cloche ».

Les grains d'amidon du *Raphanus Raphanistrum* étudiés sur des pieds autofécondés depuis trois générations et examinés le même jour que ceux des Radis chinois sont beaucoup plus petits, mais ils présentent la même forme.

Disposition des réserves d'amidon chez « *Raphanus sativus* »
et « *Raphanus Raphanistrum* ».

Si l'on fait des coupes microscopiques dans des tubercules de Radis et qu'on plonge ces coupes dans un bain d'iodo-iodure de potassium, les parties qui contiennent de l'amidon se colorent en noir, les autres restent blanches. On peut avoir ainsi une idée de la disposition que prennent les réserves d'amidon dans les tubercules de *R. Raphanistrum* et de *R. sativus* chinois. On peut même fixer cette disposition sur une plaque photographique.

Chez le *Raphanus Raphanistrum* l'amidon se localise dans l'écorce, il devient plus abondant à l'origine des radicules.

Chez les Radis chinois l'amidon est rare dans l'écorce, très

abondant dans l'endoderme et surtout dans les rayons médullaires. Comme dans le *R. Raphanistrum*, il semble que les radicales soient toujours entourées d'une gaine remplie d'amidon (n° 114).

L'amidon forme des rayons très réguliers dans les n°s 112, 113 et 119; la disposition est plus irrégulière dans les variétés n°s 117 et 118.

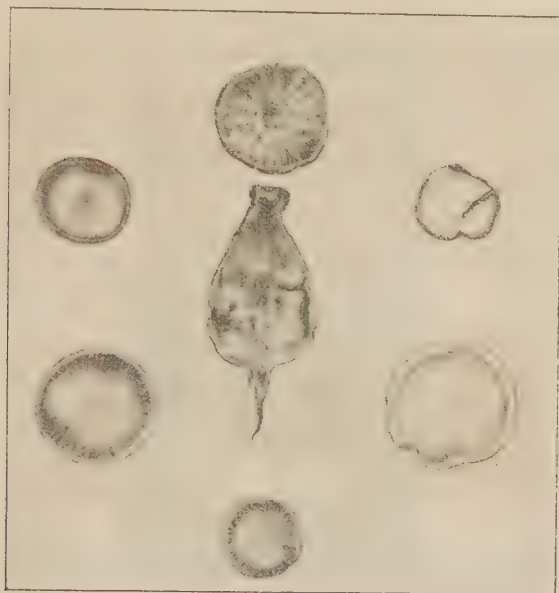


Fig. 62. — Distribution de l'Amidon dans les Radis chinois n°s 113, 114, 117, 118, 119, 112.

Chez les *Raphanus sativus* français, l'amidon est exceptionnel, mais il est constant dans les tubercules d'hybrides de *R. Raphanistrum* par *R. sativus*.

Chez ces hybrides, l'écorce et le cylindre central contiennent de l'amidon, seul l'endoderme n'en renferme pas.

La photographie ci-jointe, déjà publiée dans les *Annales de Grignon*, représente la coupe transversale et longitudinale d'un hybride de *R. Raphanistrum* par Radis n° 5 semé à la fin de septembre et étudié à la mi-décembre (fig. 62 bis).

II. RECHERCHES QUANTITATIVES

Les recherches qualitatives viennent de nous apprendre qu'en culture française les variétés de Radis japonais ne contiennent que peu ou point d'amidon ; mais peut-être contiennent-elles des sucres ou autres produits semblables ?

C'est pour répondre à ces questions qu'en 1912 et en 1913 j'ai



Fig. 62 bis. — Distribution de l'amidon dans les racines de *R. Raphanistrum* et dans celles de l'hybride entre *R. Raphanistrum* et *R. sativus*.

entrepris moitié à Grignon, moitié à l'Institut catholique de Paris, une série d'analyses de tubercules de Radis.

Pour effectuer ces recherches, j'ai fait des extractions de sucres par l'alcool, suivies de distillations dans le vide ; puis des extractions d'hydrates de carbone facilement hydrolisables par l'eau additionnée de 5 % d'acide sulfurique à l'autoclave pendant une heure environ. Les dosages ont été faits suivant la méthode classique décrite par Gabriel BERTRAND dans son *Guide pour les manipulations de chimie biologique*, page 67.

La technique a été la même pour toutes les variétés de Radis étudiées, Radis français, Radis chinois et Radis japonais. Les

résultats obtenus ont été consignés dans les tableaux qui vont suivre.

Pour me rendre compte de la distribution des hydrates de carbone dans les plantes de Radis, j'ai été amenée à faire quelques analyses à la fois dans les feuilles et dans le tubercule.

Toutes les analyses ont été faites dans les mêmes conditions et par séries. Comme elles sont très longues et qu'il est impossible d'en faire un grand nombre par semaine, j'ai préparé par séries des extractions qui ont été analysées ensuite.

Ainsi, le 15 janvier 1913, j'ai préparé cinq ou six analyses :

- 1° De Radis noir;
- 2° De Radis rond rose à bout blanc;
- 3° De Ravenelle : *R. Raphanistrum*;
- 4° De l'hybride de *R. Raphanistrum* par *R. sativus*.

Le 25 juin 1913, dix analyses :

- 1° N° 73, Ogon Daïkon;
 - 2° — 80, Ninengo Daïkon;
 - 3° — 68, Tokinashi Daïkon;
 - 4° — 6, Triomphe;
 - 5° — 54, Rave violette.
- } feuilles et racines.

Le 1^{er} décembre, cinq analyses :

- N°s 59, Hosone Daïkon;
 - 82, Nagatomari Daïkon (dans le sol);
 - 82, — — (hors du sol);
 - Raphanus Raphanistrum*;
 - Hybride de *Raphanus Raphanistrum* par n° 5.
- } semés le 3 octobre.

Le 15 décembre, huit analyses :

- 1° Rose d'hiver de Chine;
 - 2° Rond écarlate de Pamir;
 - 3° Violet de Gournay;
 - 4° Rond noir d'hiver;
 - 5° N° 115;
 - 6° — 100;
 - 7° — 117;
 - 8° — 112.
- } Ces quatre variétés provenaient d'un envoi de la maison Vilmorin; les tubercules avaient été arrachés depuis quelque temps et conservés en silos.

Dans ces diverses extractions, la pulpe a été pesée et mise dans l'alcool le même jour pour des Radis arrachés le même jour et provenant d'un même semis.

NUMÉROS	VARIÉTÉS	QUANTITÉ DE SUCRE POUR 100GF DE MATIÈRE FRAICHE		
		avant inversion	après inversion	après traitement à l'autoclave avec 100 cm ³ de SO ² H ² à 5 o/o
Analyses du 10 décembre 1913				
RACINES				
59	Hosone Daïkon	0GF 656	0GF 84	0GF 2
82 (dans le sol semé le 16 août)	Nagatomari Daïkon	2GF 80	2GF 80	0GF 33
82 (Hors du sol se- mé le 16 août)	Nagatomari Daïkon	5GF 9	6GF 28	0GF 527
Analyses du 27 novembre 1913. Plantes arrachées le 25 juin 1913				
73	Ogon Daïkon	1GF 23	1GF 42	1GF 73
80	Ninengo Daïkon	1GF 33	2GF 03	1GF 80
68	Tokinashi Daïkon	1GF 935	1GF 935	"
Analyses du 27 novembre 1913				
Radis chinois				
RACINES				
114	"	3GF 75	4GF 10	1GF 426
115	"	2GF 46	2GF 70	0GF 78
117	"	1GF 09	1GF 937	0GF 968
112	"	1GF 77	2GF 68	0GF 5
45	Rose d'hiver de Chine	2GF 63	2GF 731	0GF 503
Analyses 1912				
Radis français				
RACINES				
42	Radis long noir	2GF 312	3GF 55	0GF 443
42	Radis long noir (après séjour en silos)	2GF 901	3GF 258	0GF 443
9	Radis rose à bout blanc	1GF 21	1GF 29	"
Analyses du 13 février 1914				
Radis provenant des caves de la maison Vilmorin				
44	Rond de Pamir	"	0GF 4	0GF 4
37	Rond noir	0GF 483	1GF 77	0GF 34
46	Violet de Gournay	0GF 1	0GF 43	0GF 86
100	Shogoin Daïkon	2GF 33	2GF 475	0GF 53
Analyses de la première semaine de décembre				
54	Rave violette	1GF 19	2GF 397	0GF 44
6	Triomphe	1GF 59	1GF 59	0GF 618

Tableau comparatif des quantités d'hydrates de carbone pour 100 grammes de matières fraîches, feuilles et racines.

NUMÉROS	FEUILLES			RACINES		
	avant inversion	après inversion	après autoclave	avant inversion	après inversion	après autoclave
54	1 ^{er} 50	1 ^{er} 79'	0 ^{er} 77	1 ^{er} 19	2 ^{er} 397	0 ^{er} 44
73	1 ^{er} 2	2 ^{er}	2 ^{er} 625	1 ^{er} 23	1 ^{er} 42	1 ^{er} 78
68	0 ^{er} 36	»	»	1 ^{er} 935	»	»
114	0 ^{er} 68	1 ^{er} 66	1 ^{er} 13	3 ^{er} 75	4 ^{er} 10	1 ^{er} 426

Analyses de racines de Raphanus Raphanistrum.

Dans un essai du 15 janvier 1913, analysé le 29 avril, je n'ai pas trouvé de sucre ni avant, ni après inversion.

Un autre essai, du 10 décembre 1913, fut également négatif avant et après inversion, mais j'ai trouvé 3^{er} 025 % de sucre après traitement à l'autoclave.

Un hybride de *Raphanus Raphanistrum* par Radis n° 5, semé le 3 octobre 1913, analysé le 10 décembre, donna :

Avant inversion	1 ^{er} 87
Après inversion	1 87
Après autoclave et SO^3H^2	0 596

De toutes ces analyses nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1° Les tubercules de Radis contiennent tous une quantité plus ou moins grande de sucres réducteurs et de sucres non réducteurs;

2° Cette quantité varie d'une variété à une autre de 0^{er} 1 à 4 grammes pour 100 grammes de matières fraîches; la moyenne est de 2^{er} 5 environ;

3° Cette quantité varie avec la hauteur du tubercule dans

des proportions encore plus grandes puisque, dans la seule variété Nagatomari, le tubercule au-dessus du sol contenait 6^{gr} 28 de sucre total et seulement 2^{gr} 80 dans le sol. Il y aurait donc intérêt à cultiver les variétés dont le tubercule s'élève beaucoup au-dessus du sol, ce qui est assez fréquent dans les variétés japonaises;

4^o Il est assez difficile de doser exactement la quantité d'amidon, puisque l'on dose en même temps les autres hydrates de carbone facilement hydrolysables. La proportion d'amidon est assez faible puisque dans les variétés qui en contiennent beaucoup elle ne dépasse pas 1^{gr} 60 % de matières fraîches;

5^o Les *Raphanus Raphanistrum* ne contiennent aucun sucre dans leurs racines, mais ils contiennent une forte proportion d'hydrates de carbone facilement hydrolysables, environ 3 à 4^{gr} %;

6^o Les hybrides entre *Raphanus sativus* et *Raphanus Raphanistrum* semblent avoir une composition chimique intermédiaire entre celles des deux espèces de *Raphanus*. Ils contiennent de 1 à 2^{gr} % de sucre et 0^{gr} 5 % d'hydrates de carbone facilement hydrolysables;

7^o En général, il y a dans les feuilles une plus grande proportion d'hydrates de carbone facilement hydrolysables que dans les tubercules. Le n^o 73 fait exception ainsi que tous les Radis qui contiennent beaucoup d'amidon.

Ces recherches sont loin, du reste, d'avoir épuisé la question. Il faudrait refaire des analyses dans les tubercules de Radis chinois contenant beaucoup d'amidon pour essayer de faire ressortir quantitativement cet hydrate de carbone et faire des séries d'analyses dans les tubercules d'un même Radis à différents stades de son développement. Nous avons vu que la composition chimique en sucre varie si l'on analyse un Radis fraîchement arraché et un Radis mis en silo.

Il y aurait également des recherches intéressantes à faire sur le passage de la réserve sucrée à la réserve amylacée dans les

tubercules contenant à la fois les deux sortes de réserves (1). J'ai dû abandonner momentanément cette étude pour terminer le plan d'ensemble que m'avait fixé Édouard GRIFFON : j'espère y revenir plus tard.

(1) Voir, à ce sujet, les travaux si connus de MARIN MOLLIARD en milieu aseptique, en particulier la note du 21 novembre 1904 à l'Académie des Sciences.

CHAPITRE II

ÉTUDE MORPHOLOGIQUE ET BOTANIQUE DES RADIS CULTIVÉS

Les caractères des tubercules de Radis cultivés ne suffisent pas à donner une idée de ces plantes considérées comme espèces botaniques; c'est pourquoi, avant de rechercher l'origine possible de ces légumes, il faut préciser leurs caractères spécifiques.

Cette étude, pour être complète, devrait comprendre la morphologie externe et la morphologie interne de tous les organes; mais ce travail serait immense et nous avons dû limiter nos désirs et borner notre travail :

- 1° A l'étude morphologique de la feuille;
- 2° A l'étude morphologique de la fleur;
- 3° A l'étude morphologique et anatomique du fruit.

I — ÉTUDE MORPHOLOGIQUE DE LA FEUILLE

Cette étude comprend :

- 1° L'évolution des feuilles depuis la plantule jusqu'au complet développement du tubercule;
- 2° Les différentes formes présentées par les feuilles des principales variétés de Radis avant la floraison;
- 3° Les variations de formes présentées par les feuilles au moment de la floraison, depuis la base de la tige florale jusqu'au sommet.

I. DÉVELOPPEMENT

Les feuilles cotylédonairees apparaissent dès le troisième jour de la germination. Elles sont entières, longuement pétiolées, et elles se développent normalement jusque vers le quinzième jour, époque à laquelle elles obtiennent leur taille maximum. Après

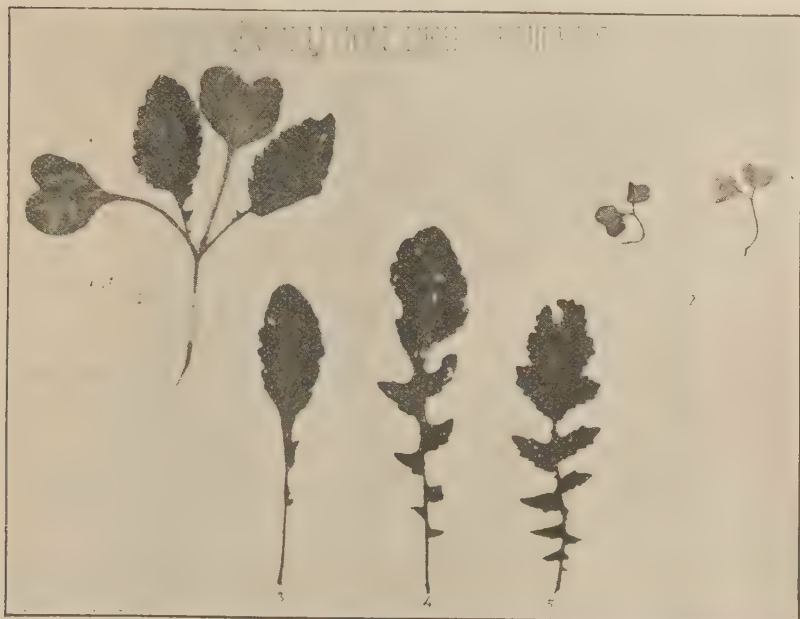


Fig. 63. — Développement d'un Radis.

1, plante de 4 jours; — 2, plantes de 15 jours; — 3, différentes sortes de feuilles à 3 mois.

cette date, elles restent encore vertes quelques jours, puis jaunissent et tombent.

Leur présence n'est plus en effet nécessaire à la plante, car, à l'âge de quinze jours, toutes les variétés de Radis ont déjà deux feuilles développées.

Ces premières feuilles sont simples, plus ou moins dentées, presque toujours velues, alors que les feuilles cotylédonairees étaient glabres.

Si l'on compare des feuilles de Radis français à l'âge de quinze

jours, il est difficile de trouver des différences appréciables parmi toutes les variétés.

Dans quelques races hâtives, comme les n^{os} 3, 4, 6, 5, 8, 7, 12, 52, 41, et de même dans quelques races d'été ou d'hiver,



Fig. 64. — Radis à feuilles entières, n^o 108.

comme les n^{os} 37, 46, 40, 43, 39, 45, 36, 42, les deux premières feuilles présentent déjà vers la base quelques petites folioles séparées.

Dans les autres variétés, les premières feuilles restent simples, mais la troisième et la quatrième feuilles sont toutes plus ou moins composées, sauf quelques rares exceptions, comme, par exemple,

dans la variété n° 32, qui garde quelquefois des feuilles entières jusqu'à plus de trois mois.

Le cas, qui est exceptionnel dans les variétés françaises, devient la règle dans toutes les variétés annamites et dans quelques variétés chinoises que nous avons déjà citées.

La photographie ci-dessus représente un Radis tonkinois, le n° 108, *Cucaï Phu Thy*. La plante est adulte, les feuilles sont entières, à peine lobées. Une photographie précédente montre le même phénomène chez quelques variétés chinoises (fig. 52).

Les feuilles de ces plantes conservent à l'état adulte des caractères qui disparaissent chez les autres variétés au bout d'un mois environ. On pourrait dire que l'évolution de leurs feuilles s'est arrêtée à ce stade inférieur, alors que l'évolution continue pour les autres types dans le sens d'une division du limbe en folioles de plus en plus nombreuses.

II. MORPHOLOGIE EXTERNE DES FEUILLES, AU MOMENT DU DÉVELOPPEMENT MAXIMUM DU TUBERCULE

La variation de forme sur une variété donnée semble plus grande que la variation de forme dans l'ensemble de l'espèce. Pour établir des comparaisons intéressantes, on est donc obligé de prendre des feuilles sur des plantes du même âge et occupant la même position sur la tige.

Dans ces conditions, on pourrait ranger toutes les variétés françaises en deux groupes :

- 1° Les feuilles composées formées de folioles non découpées;
- 2° Les feuilles à folioles très découpées.

Premier groupe. — Dans le premier groupe, on pourrait ranger les variétés suivantes :

A nombreuses folioles.

- Nos 31, Radis blanc géant de Stuttgart;
7, Radis rond rose;
12, Radis rond blanc.

- N^{os} 41, Radis gris d'hiver de Laon;
47, Rave rose longue saumonée;
54, Rave violette;
15, Radis rond violet.

Feuilles intermédiaires entre les deux groupes.

- N^{os} 35, Radis gris d'été rond;
28, Radis demi-long violet à bout blanc;
16, Radis rond violet à bout blanc;
9, Radis rond rose à bout blanc;
32, Radis rond jaune d'or.

A peu de folioles.

- N^{os} 34, Radis-d'été jaune d'or ovale;
33, Radis jaune d'été;
53, Rave de Vienne;
52, Rave à forcer blanche transparente;
20, Radis à forcer demi-long blanc.

Ces feuilles sont caractérisées par leur limbe non denté formant des folioles arrondies. Quelquefois ces folioles sont très

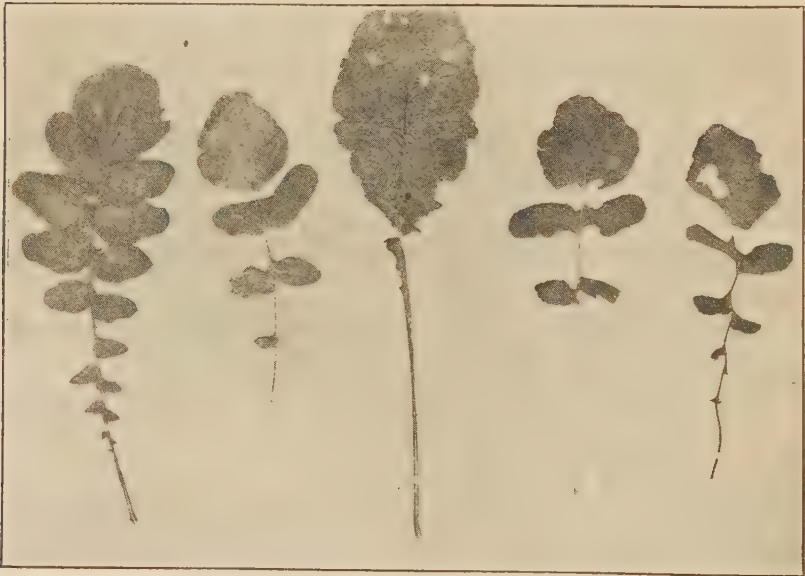


Fig. 65. — Feuilles de Radis français non dentées.

nombreuses comme dans les variétés n^{os} 31, 7, 12, 45, 47, 54 et 15. Parfois, chaque feuille ne contient que peu de folioles, comme

dans les variétés n^{os} 34, 35, 53, 52 et 20. Il existe, du reste, tous les termes de passage entre ces différentes formes de feuilles. Les différences sont indiquées par le tableau suivant qui représente des feuilles adultes des variétés n^{os} 54, 52, 32, 33 et 34.

Le n^o 54 présente des feuilles à folioles légèrement imbriquées;



Fig. 66. — Feuilles de Radis français dentées.

ce caractère exceptionnel chez les variétés françaises devient la règle chez beaucoup de variétés japonaises.

Dans la variété n^o 52, les folioles sont opposées; elles deviennent alternes dans la variété n^o 34.

La variété n^o 32, comme je le disais précédemment, présente souvent des feuilles tout à fait entières.

Toutes ces observations morphologiques ont été faites sur des plantes de trois mois semées le même jour, dans le même terrain et arrachées le même jour pour être mises en herbier. Cette remarque s'applique à toutes les variétés, soit qu'elles appartiennent aux Radis français ou aux Radis japonais.

Deuxième groupe. — Le deuxième groupe peut être caracté-

risé par ses feuilles dentées. La photographie suivante représente deux échantillons des plantes n^{os} 23, 46 et 37.

Dans les variétés n^{os} 23 et 46, nous n'observons que peu de folioles; au contraire, dans la variété n^o 37, le nombre des paires de folioles dépasse sept. Cette dernière variété va nous servir d'intermédiaire entre les feuilles des variétés françaises et les feuilles des variétés japonaises, qui ont toutes de très nombreuses folioles.

On trouve dans ce groupe comme dans le précédent deux catégories de feuilles réunies par toute une série d'intermédiaires.

1^o Des feuilles petites, à pétiole plus ou moins court, provenant de Radis à forcer comprenant les variétés n^{os} 2, 18, 23, 4, 1, 5 et 17;

2^o Des grandes feuilles à nombreuses folioles, à pétiole long, comprenant les variétés n^{os} 46, 40, 43, 48, 36, 51, 38 et 37.

Enfin, dans un *troisième groupe*, nous comprendrons les feuilles des variétés qui ne rentrent pas d'une façon assez nette dans les deux premiers groupes. C'est le groupe des intermédiaires.

Il comprend les n^{os} 30, 38, 3, 9 *bis*, 19, 11, 44, 8, 22, 42, 27, 48, 49, 29, 39, 10, 21, 45, 25, 26, 24 et 6.

Toutes ces différences n'ont pas, du reste, une fixité absolue; elles donnent une idée d'ensemble des fluctuations présentées par l'espèce, mais elles ne semblent pas correspondre à certains types spécifiques.

Les Radis français, chinois et tonkinois appartiendraient donc à une même espèce à laquelle on devrait conserver le nom de *R. sativus* Linné. Cette espèce évoluerait entre certaines limites fixes, lesquelles, par leurs formes extrêmes, conduiraient aux espèces voisines.

L'évolution des feuilles des Radis japonais s'effectue dans des limites beaucoup plus restreintes. Comme dans les variétés précédentes, il est possible d'établir deux groupes assez nets parmi toutes ces variétés, mais ces groupes sont très différents de ceux précédemment étudiés.

Radis japonais.

Premier groupe. — Les feuilles les plus voisines des Radis chinois et français sont celles du premier groupe, caractérisées par leurs nombreuses folioles dentées très séparées les unes des autres.

Il comprend les variétés nos 76, 81, 60, 57, 58, 68, 59, 56, 69, 72, 77, 71, 70, 78, 61, 73, 62, 86, 74, 87, 75, 76.

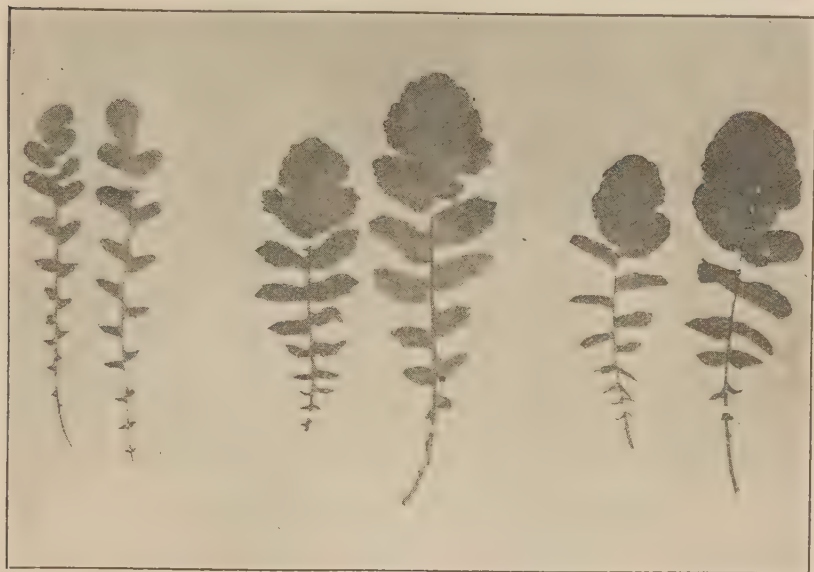


Fig. 67. — Feuilles de Radis japonais non imbriquées.

Le tableau suivant donne une idée des caractères de ce groupe. Il représente des feuilles de trois types assez différents :

- 1° Le n° 68, à folioles petites, finement dentées et arrondies;
- 2° Le n° 69, à folioles plus larges, à dents plus profondes et moins régulières;
- 3° La variété n° 70, à folioles presque entières. Son lobe terminal est très développé, alors que celui de la variété n° 68 est très étroit et à peine plus large que les folioles.

Deuxième groupe. — Le deuxième groupe est caractérisé par ses folioles imbriquées les unes sur les autres.

Les variétés de ce groupe avaient tout d'abord frappé les observateurs français. On peut présumer que leur aspect avait suffi pour permettre à M. MOREL de définir son *Raphanus acanthiformis*, nom que je conserverai dans la suite en donnant d'une façon plus précise les caractères de cette espèce botanique.



Fig. 68. — Feuilles de Radis japonais à folioles imbriquées.

La photographie (fig. 68) représente les feuilles des variétés nos 79, 85 et 67. Ces variétés diffèrent surtout :

1^o Par leur couleur, la variété n^o 67 étant beaucoup plus claire que les deux autres ;

2^o Par la forme de leur foliole terminale, beaucoup plus arrondie et plus développée dans la variété n^o 85 que dans les deux autres.

Dans ce groupe on peut ranger les variétés suivantes : nos 89, 85, 88, 79, 64, 84, 55, 67, 83, 80, 82, 63 et 90.

La différence de couleur indiquée entre le n^o 67 et le n^o 85 a une certaine importance. Dans les deux groupes que je viens d'é-

tudier, il existe des types à feuillages clairs et des types à feuillages sombres. On trouve également des feuilles velues et des feuilles glabres. Ce dernier caractère est très variable et ne peut guère être utilisé comme base de classification. Par contre, la couleur plus ou moins foncée du feuillage a une grande fixité; les variétés à feuilles sombres peuvent, dans nos régions, se semer depuis le printemps jusqu'à l'automne, tandis que les variétés à feuilles claires ne réussissent que si elles sont semées du 15 juillet au 15 ou 20 août.

Au Japon, les variétés sombres sont considérées comme des variétés hâtives, les autres sont comparables à nos Radis d'été ou d'hiver.

Les variétés à feuillage sombre comprennent les races suivantes : nos 58, 59, 68, 73, 80, 60, 76, 77, 55.

Les nos 63, 78, 79 et 75 sont de teinte intermédiaire; tous les autres Radis ont les feuilles claires (*green light leaves*).

Les variétés nos 76, 77, 80, 90 et 58 sont très velues. Au contraire, les variétés nos 70 et 62 sont tout à fait glabres; les autres variétés sont peu ou médiocrement velues.

Les feuilles de Radis japonais peuvent avoir des folioles entières ou presque entières comme dans les variétés :

- Nos 70, Sanguinishi Daikon;
- 75, Navashiro Daikon;
- 85, Myashige Daikon;
- 61, Kameïdo Daikon;
- 59, Hosone Daikon.

Leur limbe est, au contraire, denté dans la plupart des autres variétés, mais les dents peuvent être pointues comme celles d'une scie ou arrondies.

On trouve des dents aiguës dans les variétés suivantes :

- Nos 67, Gemei Daikon;
- 69, Nerima long radish;
- 57, Tokuri Myashige Daikon;
- 90, Kunchi Daikon;
- 72, Akistsumari Daikon;
- 62, Tokyo Daikon;
- 83, Kunichi Daikon of Mino;
- 84, Horyo Daikon,

et des dents arrondies dans les variétés :

- N^{os} 68, Tokinashi Daikon;
- 66, Akasuja Daikon;
- 80, Ninengo Daikon;
- 82, Nagatomari Daikon;
- 73, Ogon Daikon;
- 74, Shogoin Daikon;
- 58, Suikoni Natzu Daikon;
- 76, Tokinashi Daikon;
- 77, Natzu Daikon;
- 56, Kunich Daikon early.

Les variétés :

- N^{os} 78, Kameïdo Daikon;
- 79, Sakurajuma Daikon;
- 81, Akidzumari Daikon;
- 87, Onaga Daikon;
- 88, Mariguchy Daikon;
- 89, Tokkuri Daikon;
- 65, Minokokonoka Daikon early;
- 55, New long string radish,

peuvent être considérées comme intermédiaires entre ces trois nouveaux groupes.

Le premier groupe de Radis japonais ressemble beaucoup par la forme de ses feuilles aux *Raphanus Raphanistrum* du même âge, comme le démontre la photographie ci-jointe faite en 1911.

On pourrait donc passer ainsi du *Raphanus Raphanistrum* aux *Raphanus* cultivés français et chinois par le *Raphanus acanthiformis* japonais.

Cette indication donnée par les feuilles va, du reste, se préciser dans la suite de ce travail par l'étude morphologique et anatomique du fruit.

Comme conclusion de ce chapitre, nous pouvons donner les indications suivantes :

Au point de vue des feuilles, il est possible d'établir une distinction entre deux espèces de Radis cultivés :

- 1^o Les Radis français;
- 2^o Les Radis japonais.

Nous rattachons aux Radis français les variétés tonkinoises et chinoises qui conservent des feuilles entières et non décompées à l'état adulte, alors que ce stade général vers le quinzième jour ne s'observe qu'exceptionnellement chez certaines variétés européennes comme la variété n° 32.



Fig. 69. — *Raphanus Raphanistrum*, semis de 1917.

Comme nous l'observerons pour les fleurs et les siliques, l'évolution dans l'espèce, pour les feuilles, est parallèle à l'évolution dans un type. Cette évolution est identique dans les Radis japonais et dans les autres Radis cultivés, mais elle aboutit à des formes différentes. Ces deux séries de plantes semblent donc bien former deux espèces différentes, l'étude de la fleur et du fruit nous confirmera dans cette opinion.

III. ÉVOLUTION DE LA FEUILLE SUR UN MÊME PIED

Il est intéressant de constater en terminant que l'évolution de la feuille se fait dans tous les types d'une façon analogue et assez curieuse. Comme nous l'avons dit précédemment, les premières feuilles sont entières, les suivantes sont composées de folioles de plus en plus nombreuses jusqu'à un certain maximum, qui semble marquer la limite de l'évolution.



Fig. 70. — Évolution des feuilles de Radis.

Puis, si l'on considère les dernières feuilles de la tige florale, on retrouve les mêmes formes en sens inverse. Le nombre des folioles diminue graduellement et les dernières feuilles deviennent tout à fait entières et parfaitement comparables aux premières feuilles de la jeune plantule.

La photographie ci-jointe donne une idée de cette évolution régressive. Elle représente l'évolution des dernières feuilles sur des hybrides :

La première, de *R. sativus* par *R. Raphanistrum* ;

La deuxième, de *R. sativus* par *R. acanthiformis*.

Mais l'évolution s'observe aussi nettement sur les *Raphanus* ordinaires.

II — ÉTUDE MORPHOLOGIQUE DE LA FLEUR

Nous avons déjà, dans le chapitre précédent, parlé des fleurs de Radis, au point de vue de la couleur. Nous n'y reviendrons pas ici, et nous nous contenterons d'étudier la forme des principales parties de cet organe.

Calice.

Le calice est formé de quatre sépales d'inégale largeur, deux plus larges à l'extérieur et deux beaucoup plus étroits à l'intérieur. Presque toujours glabre, il est cependant aussi quelquefois velu. En général, il est vert, mais il peut présenter toutes les teintes du vert jusqu'au brun rougeâtre. Chez quelques variétés, les quatre sépales sont égaux comme dans la variété n° 31 (Voir tableau), mais ce cas est exceptionnel. Le calice a pour caractère général et très fixe d'avoir les quatre sépales dressés et formant une enveloppe fermée contenant les onglets des pétales. C'est, du reste, un des caractères du genre *Raphanus*.

Corolle.

La corolle est formée de quatre pétales à onglet allongé et à limbe étalé. Le rapport entre la longueur de l'onglet et la longueur du limbe varie avec les principales variétés de Radis; la forme du limbe est également variable.

Corolle des Radis japonais. --- En général, la corolle des Radis japonais est plus grande que celle des Radis cultivés européens ou chinois. Les pétales peuvent se ranger en deux groupes distincts, réunis cependant par des intermédiaires :

1^o Les pétales dont le limbe est étalé en raquette, ou circulaire;

2^o Les pétales dont le limbe est allongé et se continuant insensiblement jusqu'à l'onglet.

Dans le premier groupe, nous trouverons par exemple les variétés :

Nos 81, Akidzumari Daikon;
79, Sakurajuma Daikon;
55, New long string radish;
87, Onaga Daikon.

La longueur totale varie de 23 à 18 millimètres, mais le rapport entre les différentes parties des pétales reste à peu près fixe.

Le rapport de la longueur du limbe à sa largeur est à peu près égal à l'unité $\frac{11}{11} \frac{8}{7} \frac{10}{10} \frac{10 \frac{1}{2}}{10} \frac{10}{9 \frac{1}{2}}$ etc.

Le rapport de la longueur de l'onglet à la longueur du limbe est également voisin de l'unité ou plus grand que l'unité :

$$\frac{\text{Onglet}}{\text{Limbe}} = \frac{11}{11} \frac{10}{8} \frac{10}{10} \frac{12 \frac{1}{2}}{10 \frac{1}{2}} \frac{11}{10}.$$

Dans le deuxième groupe, au contraire, ces deux rapports sont plus petits que l'unité; le limbe est plus long que large et l'onglet est plus court que le limbe :

$$\frac{\text{Longueur de l'onglet}}{\text{Longueur du limbe}} = \frac{9}{12} \frac{10}{11} \frac{9}{13} \frac{11}{14}, \text{ etc.}$$

$$\frac{\text{Largeur du limbe}}{\text{Longueur du limbe}} = \frac{8}{12} \frac{7}{11} \frac{8 \frac{1}{2}}{13} \frac{8 \frac{1}{2}}{14}, \text{ etc.}$$

Nous rangeons dans ce groupe les variétés nos 70, 88, 83, 74, etc., etc.

Mais ces deux groupes n'ont rien d'absolu et ils se rejoignent par toute une série d'intermédiaires qu'il est possible de rencontrer même sur un même pied.

Par exemple, la variété n^o 87, qui a le limbe presque circulaire, présente certaines corolles aux pétales un peu plus allongés.

Les variétés nos 56, 71, 65 ne rentrent pas non plus dans les deux catégories précédentes.

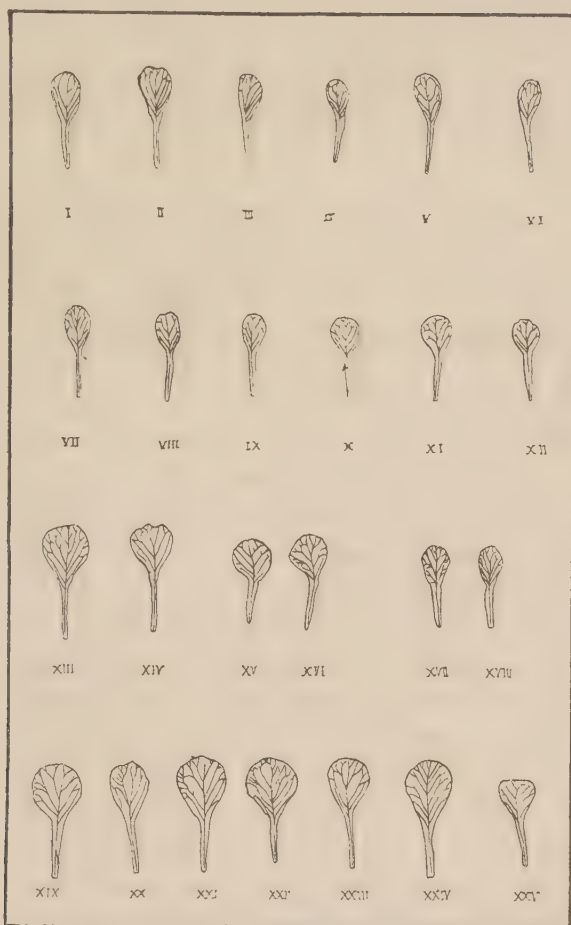


Fig. 71. — Variation des pétales de *R. Raphanistrum* et de *Radis* japonais.

De I à XII. Évolution des pétales de *R. Raphanistrum* depuis la forme longue jusqu'à la forme ronde.

N° XIII. Pétale de *R. caudatus*; — n° XIV. Pétale de *R. Raphanistrum* n° 299; — n° XV. Pétale de *R. rostratus*; — n° XVI. Pétale de *R. Raphanistrum* n° 211; — n° XVII. Pétale de *R. Landra*; — n° XVIII. Pétale de *R. Raphanistrum* n° 303.

Les nos XIX, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV représentent les pétales des *Radis* japonais nos 87, 74, 81, 79, 65, 70, 56.

Le tableau n° 71 donne une idée des variations de forme présentées par les pétales des *Radis* japonais.

Chez les Radis japonais, les groupes constitués d'après la forme des pétales ne correspondent pas aux groupes constitués d'après la forme des feuilles. Ils ont donc un intérêt secondaire pour la classification des variétés. Nous les avons retenus simplement pour montrer dans quelles limites évolue ce groupe de végétaux et pour nous permettre d'affirmer une fois de plus l'unité de ce groupe bien défini.

Corolle des Radis européens et chinois. — Il est intéressant de constater également que l'évolution dans la forme des pétales, bien que légèrement différente chez les *Raphanus sativus* et chez les Radis japonais, est parallèle dans les principales espèces de *Raphanus*.

Dans *Raphanus sativus*,

Dans les Radis japonais,

Et dans *Raphanus Raphanistrum*,

nous trouvons en effet des formes de pétales à limbe allongé et des formes à limbe presque circulaire avec des formes intermédiaires reliant ces formes extrêmes.

Le *Raphanus rostratus* est plus généralement à limbe circulaire; le *R. caudatus*, à limbe triangulaire plus voisin de celui des pétales des Radis japonais (premier groupe). Le *Raphanus Landra* a des pétales petits, allongés, à onglets plus longs que le limbe des pétales.

Ces observations n'ont, du reste, rien d'absolu, et dans une espèce donnée, par exemple dans le *R. Raphanistrum*, on trouve des formes de pétales identiques aux formes générales des pétales de *R. caudatus*, de *R. Landra*, de *R. rostratus* comme le tableau suivant le démontre (fig. 72).

En général, les pétales de Radis des collections françaises sont beaucoup plus petits que ceux des variétés japonaises. On pourrait, comme dans le *R. Raphanistrum*, y trouver toute une série de formes variant du type allongé au type circulaire.

On peut y faire encore une autre distinction. Dans la figure 72 on remarque des différences dans un même type de forme, suivant le plus ou moins grand nombre de nervures. Certains

types ont des nervures peu ramifiées; d'autres sont caractérisés par un réseau de nervures très ramifiées.

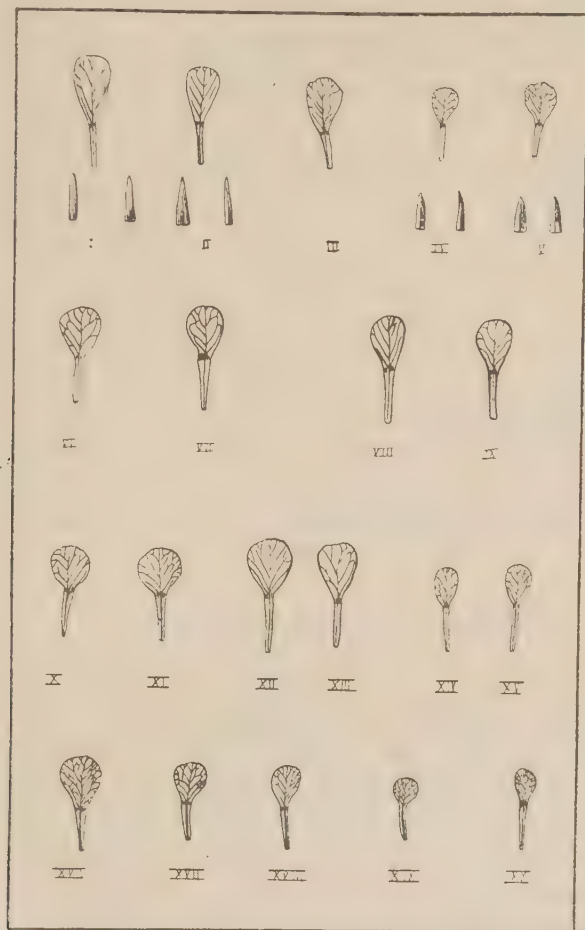


Fig. 72. — Variation des pétales de Radis français.

I. Pétale de radis n° 47; — II. Pétale de radis n° 13; — III. Pétale de radis n° 48; — IV. Pétale de radis n° 10; — V. Pétale de radis n° 31; — VI. Pétale de radis n° 37; — VII. Pétale de radis n° 54; — VIII. Pétale de radis n° 47; — IX. Pétale de radis n° 3; — X. Pétale de *R. rostratus*; — XI. Pétale de Radis n° 17; — XII. Pétale de *R. caudatus*; XIII. Pétale de Radis n° 46; — XIV. Pétale de *R. Landra*; — XV. Pétale de Radis n° 28; — XVI. Pétale de Radis n° 43; — XVII. Pétale de Radis n° 30; — XVIII. Pétale de Radis n° 21; — XIX. Pétale de Radis n° 41. — XX. Pétale de Radis n° 40.

Les variétés :

- Nos 10, Rond écarlate hâtif;
- 42, Noir gros long d'hiver;
- 40, Blanc de Russie

sont voisines du type de *Raphanus Landra*.

Les variétés :

- N^{os} 47, Rave longue saumonée;
- 48, Rave rose à bout blanc;
- 25, Demi-long écarlate hâtif

se rapprochent au contraire du *R. caudatus*.

Les variétés :

- N^{os} 27, Demi-long blanc;
- 28, Demi-long violet à bout blanc;
- 41, Gris d'hiver de Laon

sont plus voisines du *R. rostratus*.

Les variétés :

- N^{os} 37, Noir d'été rond;
- 54, Rave violette;
- 46, Violet de Gournay

formeraient un type intermédiaire.

Corolle du « Raphanus Raphanistrum ». — Nous avons déjà dit un mot des pétales de *R. Raphanistrum*. Avant de quitter le sujet, il me faut ajouter que l'évolution du type à pétales allongés au type à pétales arrondis est insensible et que, dans l'ensemble de l'espèce, on passe par transitions très faibles d'un type à un autre.

D'après un grand nombre de photographies, je n'ai pas eu de peine à former la figure 71, où l'on passe du type n^o 251 allongé au type n^o 293 arrondi, par une dizaine d'intermédiaires.

Le n^o 251 s'éloigne peu du n^o 296, lequel est voisin du n^o 283. Dans le n^o 254, le limbe des pétales devient plus restreint, de même que pour le n^o 309 et le n^o 252.

Avec le n^o 306, on a déjà une corolle elliptique, le n^o 290 et le n^o 300 nous conduisent aux n^{os} 318, 280 et 293 qui sont circulaires.

Nous pouvons donc conclure que la forme des pétales n'est pas un caractère spécifique dans le genre *Raphanus*. Cette forme évolue d'une espèce à une autre, mais la variation dans l'espèce est parallèle à la variation dans le genre.

Androcée.

Nous n'avons pas étudié longuement la morphologie des étamines de *Raphanus*; seule l'étude du pollen nous a retenu quelque temps.

Pollen.

Chez les *Raphanus*, le pollen est formé de grains elliptiques à trois rainures. Dans les variétés pures, les grains sont tous semblables. Ils varient légèrement comme taille d'une variété à une autre.

Il est difficile de trouver des différences importantes dans le pollen des principales espèces de *Raphanus*, notamment dans les espèces suivantes :

Raphanus sativus ;
Radis japonais ;
Raphanus Raphanistrum ;
Raphanus Landra ;
Raphanus maritimus.

Les métis obtenus en croisant diverses variétés d'une même espèce de *Raphanus* ont un pollen qui ne se différencie guère du pollen des variétés originelles.

Il n'en est plus de même du pollen des plantes hybrides obtenues en croisant une espèce avec une autre espèce. Le pollen des hybrides est alors formé de deux espèces de grains : 1^o des grains de forme semblable aux grains de pollen des parents, 2^o de grains beaucoup plus petits formés d'une partie sombre au centre, limitée par deux parties plus claires.

Ces grains sont très rares dans les espèces pures et ne se rencontrent jamais dans des proportions supérieures à 4 ou 5 % dans quelques variétés japonaises.

Dans les hybrides, ils dépassent la proportion de 50 %.



I



II



III



IV



V



VI

Fig. 73. — Pollen des Radis et des Hybrides entre Radis et *R. Raphanistrum*.

I. Pollen du Radis demi-long rose à bout blanc: *a*, grain vu par dessus; — *b*, grain vu de face; — *c*, grain vu de profil.

II. Pollen du Radis japonais n° 97.

III. Pollen de Métis n° 421 (Radis 32 par Radis 44).

IV. Pollen d'Hybride n° 409 (*R. Landra* et *R. Raphanistrum*).

V. Pollen d'Hybride n° 406 (*R. sativus* et *R. Raphanistrum*).

VI. Pollen du même dans l'eau.

Il aurait été intéressant d'étudier ces différents grains au point de vue de leur qualité végétative. Cette expérience a été tentée mais elle n'a pas donné de résultats concluants. Nous avons l'intention de la reprendre cette année.

Nous avons retenu cette formation de grains atrophiés dans les hybrides comme un caractère permettant de différencier les espèces de *Raphanus* des variétés d'une même espèce, sans prétendre lui donner une valeur absolue.

Nous avons vérifié ce fait sur des centaines de plantes, pures, métis ou hybrides et nous n'avons constaté aucune exception dans les limites indiquées plus haut avec du pollen pris au printemps, à l'été et à l'automne. Ce caractère a donc une certaine importance.

III — ÉTUDE MORPHOLOGIQUE ET ANATOMIQUE DU FRUIT

Je n'ai rien observé de particulier sur le pistil des Radis cultivés; par contre l'étude du fruit conduit à des résultats qui semblent plus concluants. Cette étude se divisera en deux parties :

1^o Morphologie externe;

2^o Anatomie.

1^o Morphologie externe.

Tout d'abord, l'observation attentive des siliques nous permet de constater dans le groupe des Radis cultivés deux types distincts :

1^o Le type à siliques globuleuses comprenant tous les Radis chinois, tonkinois et européens;

2^o Le type à siliques toruleuses présentant à l'intérieur des logettes monospermes et comprenant les Radis japonais.

Cette distinction, basée sur la morphologie externe, est confirmée par l'anatomie. Elle est en général constante et sa fixité est assez grande pour mériter de séparer les Radis cultivés en deux espèces distinctes :

1^o *Siliques des Raphanus sativus*. — Toutes les siliques des

Raphanus sativus LINNÉ sont globuleuses et présentent à l'intérieur une ou deux rangées de graines attachées à un placenta très mince.

La variation des formes dans cette espèce est de faible amplitude et ne dépasse pas celle de la variation individuelle.

Le tableau suivant représente des types moyens de siliques pris dans toutes les variétés françaises.

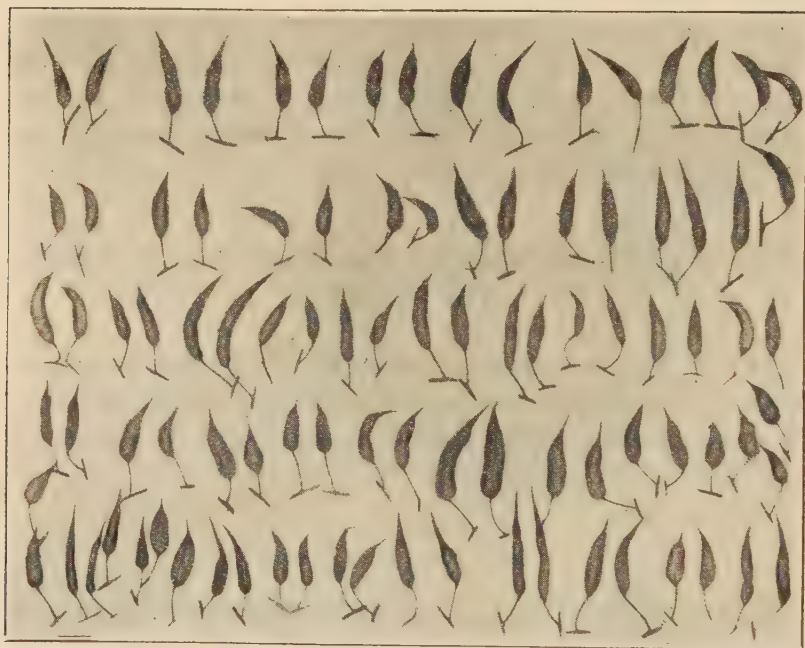


Fig. 74. — Collection des siliques de Radis cultivés.

La photographie de la page suivante représente les siliques des variétés chinoises et tonkinoises. Le rostre des fruits semble un peu plus allongé dans l'ensemble du deuxième tableau que dans l'ensemble du premier; mais cette distinction n'est guère précise puisque la variété n° 111 a des rostres courts, alors que les variétés n° 34 et n° 48 du premier tableau ont des rostres allongés. Tous ces fruits forment donc un groupe très homogène. Cette considération devient plus concluante si l'on observe la variation des

siliques sur une variété donnée. On trouve en effet sur un même pied des différences de même ordre que celles observées dans l'ensemble de l'espèce.

Sur une même plante, les siliques varient avec l'âge et, ce qui revient presque au même, avec leur position sur la tige.

J'ai choisi dans ma collection complète de Radis cultivés deux pieds appartenant aux variétés violet demi-long n° 16 et Rave rose à bout blanc n° 48, qui m'ont semblé présenter les variations les plus considérables. Dans la figure du n° 16 on peut constater

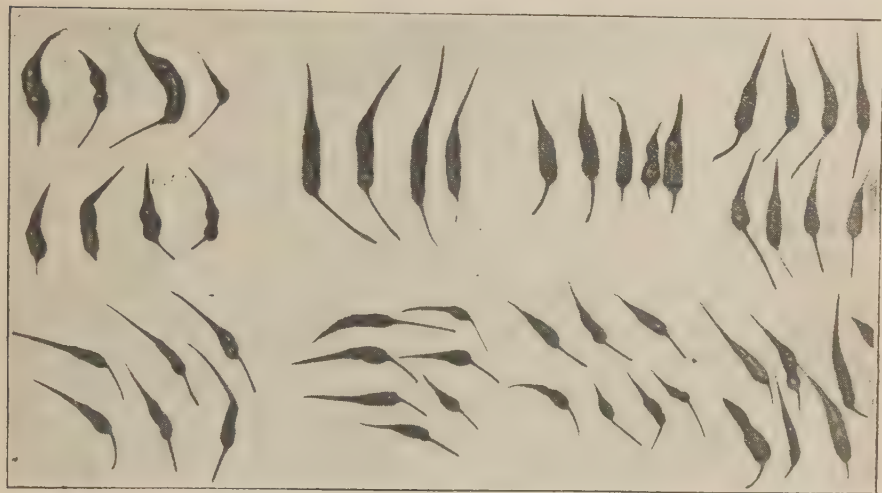


Fig. 75. — Siliques des Radis chinois et tonkinois.

des siliques présentant des becs plus ou moins allongés, des siliques plus ou moins globuleuses, des siliques présentant à la base un article stérile (branche horizontale et siliques isolées du bas de la figure), mais aucun fruit ne présente des étranglements.

La Rave rose à bout blanc présente sur certains fruits des becs très allongés. Les très jeunes siliques encore imparfaitement formées présentent des étranglements faibles. Tous les fruits conservent une faible consistance; leurs parois ne sont jamais dures.

L'ensemble de toutes les siliques de Radis cultivés français,

chinois ou tonkinois forme donc bien un tout homogène et, comme je le disais précédemment, la variation des siliques dans l'espèce semble même moins accusée que la variation des siliques sur un seul pied.

2° *Siliques des Radis japonais*. — Les siliques des Radis japonais ont une forme bien différente. La silique est encore cylindro-conique, globuleuse, mais elle est de plus toruleuse, formant des



Fig. 76. — Siliques du Radis rond violet à bout blanc.

articles plus ou moins nets à l'extérieur, mais très visibles à l'intérieur. Cette espèce semble évoluer entre deux espèces de *Raphanus* connues depuis longtemps : l'espèce *Raphanus sativus* et l'espèce *Raphanus Raphanistrum*. Certaines variétés, comme le n° 63, se rapprocheraient du premier groupe ; d'autres, comme le n° 75, tout en restant très distinctes, sembleraient évoluer vers le second.

Ces distinctions se précisent si l'on compare par des coupes macroscopiques les siliques de ces trois espèces.



Fig. 77. — Siliques du Radis n° 48.



Fig. 78. — Collection des siliques de Radis japonais.

Le tableau ci-joint permet de voir très facilement cette distinction. C'est une photographie; les siliques coupées longitudinalement, colorées par du brun de Bismark, laissent voir leur structure, et montrent ainsi l'absence d'étranglements intérieurs. Toutes les siliques des Radis japonais sont caractérisées



Fig. 79. — Tableau comparatif de siliques coupées longitudinalement de Radis français, japonais, de *R. Raphanistrum* et d'Hybride entre Radis français et Radis japonais, puis entre Radis français et *R. Raphanistrum*.

par des étranglements peu accentués formant néanmoins des logettes monospermes aux parois sclérifiées ou subérisées. Pour rendre cette observation plus certaine, j'ai examiné plus de cinquante variétés de Daïkons au point de vue de leurs fruits et je n'ai constaté aucune exception. Un deuxième tableau ci-joint permet de vérifier cette affirmation; il a été photographié avec les mêmes précautions que le précédent.

Les siliques de *Raphanus Raphanistrum* sont nettement divisées en articles; les étranglements se réunissent et forment des logettes fermées, circulaires, monospermes.

L'étude que nous avons déjà faite de la fleur, du tubercule, de la feuille des Daïkons, contrôlée par celle de la silique, permet de considérer les Radis japonais comme une espèce distincte

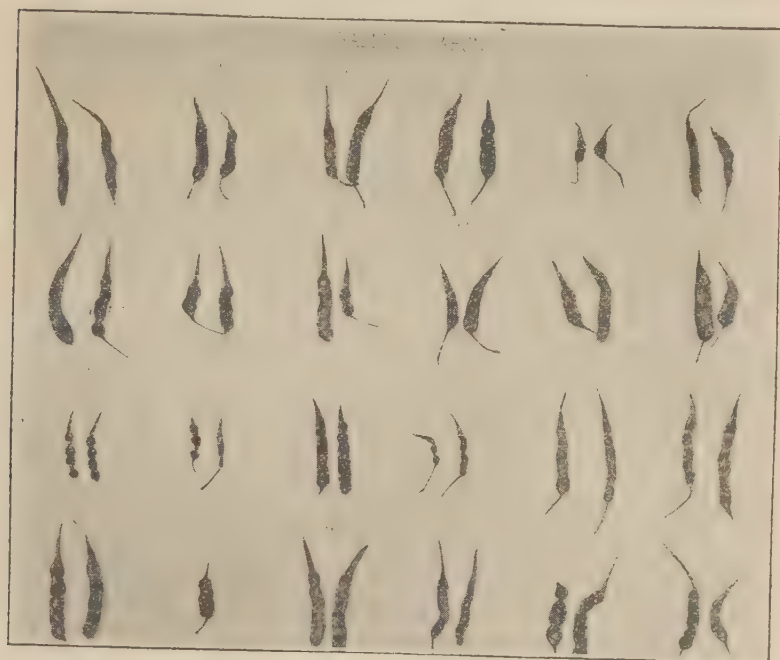


Fig. 80. — Coupes des siliques de Radis japonais.

que certains auteurs avaient, sans bien la connaître, appelée *Raphanus acanthiformis*. Elle serait intermédiaire entre la section *Raphanis* du *Prodromus* et la section *Raphanistrum*.

Parmi les principales variétés de Radis cultivés, le tableau précédent nous donne la structure macroscopique des types suivants : nos 1, 10, 39, 32, 38, 47, 53, 49, 16 et 25, c'est-à-dire des variétés :

- Nos 1, Radis à forcer rond rose hâtif;
- 10, Rond écarlate hâtif;
- 39, Gros blanc d'Augsbourg;

- N^{os} 32, Rond jaune d'or hâtif;
38, Noir long d'été;
47, Rave rose à bout blanc;
53, Rave de Vienne;
49, Rave rose hâtive;
16, Rond violet à bout blanc;
25, Demi-long écarlate hâtif.

Les variétés n^o 38 et n^o 47 sont caractérisées par un article stérile à la base de la silique. La variété n^o 32 rond jaune d'or hâtif a des siliques à deux loges; la coupe transversale le prouve d'une façon très nette.

Toutes les variétés ont des siliques spongieuses sans étranglements. Les variétés n^{os} 47, 53, 49 : Rave rose longue saumonée, Rave rose hâtive, Rave de Vienne, présentent des étranglements, mais la silique reste spongieuse, biloculaire ou monoloculaire.

Si nous comparons ces fruits avec les siliques de *Raphanus Raphanistrum*, nous sommes frappés de la différence considérable qu'ils présentent entre eux.

Certains fruits, comme ceux des variétés n^{os} 289, 244, 308, 249, sont nettement séparés à l'extérieur en articles indéhiscents; à l'intérieur, ces articles correspondent à des logettes monospermes. Les variétés n^{os} 250, 315 sont moins divisées à l'extérieur, mais la structure interne est identique. Les logettes sont aussi nettes à l'intérieur. Les articles peuvent être plus ou moins arrondis comme ceux du n^o 289; allongés en forme de petite olive comme ceux des variétés blanches, des variétés de Bohême, du n^o 255; la structure interne est toujours identique à elle-même et nous constatons toujours l'absence complète de tissus spongieux, l'existence de logettes aux parois résistantes.

La variété n^o 399 est une silique de *Raphanus Raphanistrum* hybridé par Radis n^o 5. Elle présente un commencement de tissu spongieux entre les logettes; on pourrait la considérer comme un cas curieux de xénie.

Les siliques des hybrides n^{os} 405, 406 et 407 sont intermédiaires entre celles des *R. Raphanistrum* et celles des *R. sativus*. Ce caractère intermédiaire existe d'une façon moins nette, mais néanmoins assez intéressante chez les siliques des Radis japonais.

La variété n° 75 se rapproche davantage de *R. Raphanistrum* que de *R. sativus*, tandis que la variété n° 74 à siliques biloculaires ressemble beaucoup aux Radis cultivés français.

L'hybride n° 415 : Sakarajuma par Radis n° 4, forme la transition entre les Radis japonais et les *Raphanus sativus*.

Ce simple tableau donne donc déjà une idée de l'évolution des siliques entre deux espèces très différentes; il nous fera mieux comprendre les affinités de toutes les espèces du genre *Raphanus*.

2° Anatomie.

L'étude anatomique va nous permettre de préciser encore ces données.

Si l'on fait des coupes anatomiques dans des siliques du même âge appartenant à des espèces voisines, on est frappé des différences considérables que l'on observe.

Ces différences sont du reste en rapport avec la structure morphologique que nous venons d'étudier. Nous considérerons ici :

1^o L'anatomie des siliques de *Raphanus sativus* ;

2^o L'anatomie des siliques des Radis japonais.

1^o Anatomie des siliques de *Raphanus sativus*.

Si l'on fait des coupes transversales dans des siliques de *R. sativus* à divers moments de leur développement, on constate que leur structure varie fort peu au point de vue de la disposition générale des éléments.

J'ai étudié comparativement des siliques de diverses variétés de Radis cultivés. Je n'ai constaté aucune différence sensible entre la structure des siliques de ces Radis. Toutes les coupes que je vais décrire ont été faites sur des siliques presque mûres et vers le milieu du fruit.

Dans une silique de Radis cultivé, on trouve de l'extérieur à l'intérieur :

1^o Un épiderme cutinisé coloré en rose par le carmin aluné;

- 2° Une assise de parenchyme à cellules petites, aux parois épaissies contenant une substance non détruite par l'eau de Javel;
- 3° Une assise de parenchyme ordinaire;
- 4° Une assise où se trouvent les faisceaux libéro-ligneux.

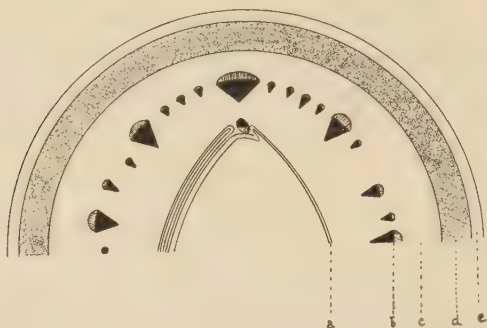


Fig. 87. — Schéma d'une coupe anatomique de *R. sativus*.

a, épiderme interne; — *b*, assise des faisceaux libéro-ligneux; — *c*, parenchyme; — *d*, parenchyme à cellules épaissies; — *e*, épiderme externe.

Ces faisceaux, tous sur une même circonférence, se répartissent en deux groupes :

- a*) Les gros faisceaux en nombre fixe toujours égal à 8;
- b*) Les petits faisceaux en nombre variable pouvant atteindre 24;

5° Une assise très épaisse de parenchyme aux cellules non orientées;

6° Un hypoderme ayant des cellules à parois minces;

7° Un épiderme interne aux parois subérisées.

Dans les gros faisceaux libéro-ligneux on trouve à la partie supérieure une assise de collenchyme colorée en rouge par le carmin; du liber et quelques vaisseaux ligneux nettement colorés en vert par le vert d'iode.

2° Anatomie des siliques de *Radis japonais*.

La structure des siliques de *Radis japonais* est un peu différente de celle des siliques de *Radis cultivés*.

Cette structure est très comparable pour tous les *Radis japo-*

nais, qu'ils aient des siliques très noueuses ou des siliques presque dépourvues d'étranglements.

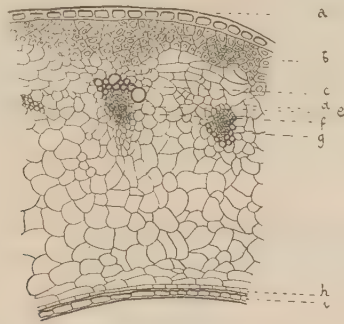


Fig. 82. — Coupe dans une silique de *R. sativus*.

a, épiderme externe; — *b*, assise de parenchyme à cellules épaissies; — *c*, faisceau libéro-ligneux; — *d*, parenchyme; — *e*, faisceau du bois; — *f*, liber; — *g*, petit faisceau libéro-ligneux; — *h*, hypoderme non sclérifié; — *i*, épiderme interne.

Je vais décrire ici la structure d'une silique de Navashiro Daikon, parce que c'est celle dont l'aspect extérieur se rapproche le plus de *R. Raphanistrum*.

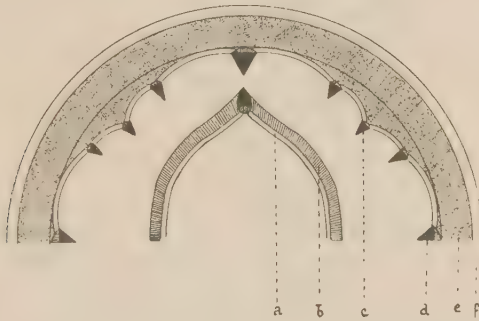


Fig. 83. — Schéma d'une coupe anatomique de Radis japonais.

a, épiderme interne; — *b*, hypoderme sclérifié; — *c*, petit faisceau libéro-ligneux interne; — *d*, gros faisceau libéro-ligneux externe; — *e*, assise de parenchyme à petites cellules; — *f*, épiderme externe.

En comparant le schéma de la figure 83 avec le schéma de la figure 81, on est frappé des différences présentées par ces deux siliques.

Dans les Radis japonais, l'assise de parenchyme externe a des cellules aplaties aux parois minces, mais dont le contenu

est semblable à celui des cellules comparables des siliques de Radis cultivés.

La deuxième assise de parenchyme est beaucoup plus mince, mais la troisième se colore en vert clair par le vert d'iode; ses parois sont donc un peu sclérifiées. L'hypoderme est sclérifié également et l'épiderme interne a des parois minces qui restent roses sur la préparation microscopique.

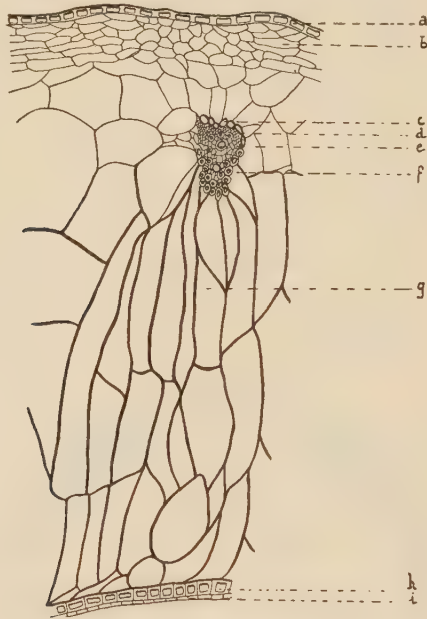


Fig. 84. — Coupe dans la partie la plus arrondie d'une silique de Navashiro Daikon n° 75.

a, épiderme externe; — *b*, assise de parenchyme à petites cellules; — *c*, collenchyme; — *d*, liber; — *e*, bois; — *f*, faisceau libéro-ligneux; — *g*, grandes cellules de parenchyme aux parois sclérifiées; — *h*, hypoderme sclérifié; — *i*, épiderme interne.

La plus grosse différence qui existe entre la structure interne des deux siliques considérées est due aux faisceaux libéro-ligneux.

Nous retrouvons encore deux groupes de faisceaux, mais dans les Radis japonais :

1° Il n'y a que 4 gros faisceaux au lieu de 8;

2° Il y a 12 petits faisceaux au lieu de 24 ou 26.

Ces petits faisceaux ne sont plus disposés sur une même circon-

férence. Les plus petits sont à l'intérieur, ceux de taille intermédiaire restent sur une circonférence intermédiaire entre celle des petits et celle où se trouvent les gros faisceaux libéro-ligneux.

D'un autre côté, il faut remarquer que la structure de la silique est à peu près identique de la base jusqu'au début du rostre, pour les Radis cultivés, alors qu'elle varie dans une silique de Radis japonais suivant les niveaux considérés : nœuds ou entre-nœuds.

Nous l'avons étudiée particulièrement au niveau des nœuds.

L'anatomie des siliques vient donc confirmer ce que la morphologie externe nous faisait prévoir. Radis français et Radis japonais sont des plantes du même genre, mais qui présentent de nombreux caractères différents. Il serait donc logique de les considérer comme deux espèces séparées :

1° L'espèce *Raphanus sativus* vrai LINN.;

2° L'espèce *Raphanus sativus* forma *Raphanistroïdes* MAKINO ou le *Raphanus acanthiiformis* MOREL.

Ces deux espèces restent très éloignées de *Raphanus Raphanistrum*, comme nous allons le prouver dans la suite.

CHAPITRE III

LES RAPHANUS SAUVAGES

Après avoir étudié les caractères morphologiques et botaniques des principaux groupes de *Radis* cultivés, il nous reste à voir les affinités que présentent ces plantes avec les autres *Raphanus* sauvages.

Cette nouvelle série de recherches m'a conduite tout naturellement à étudier dans son ensemble le genre *Raphanus*. J'essaierai ensuite de répondre aux questions suivantes :

- 1° A quelles espèces sauvages pourrait-on rapporter les *Radis* cultivés?
- 2° Cette espèce ou ces espèces existent-elles encore actuellement?
- 3° Dans quelles régions du globe ont-elles pris naissance?

Le genre *Raphanus* forme un groupe très homogène dans la famille des Crucifères. On pourrait le placer près des genres *Brassica* et *Sinapis*. Il se rapproche du premier genre par l'espèce *Raphanus Aucheri* Boiss., mais il en diffère en général par son calice fermé, ses siliques articulées souvent ventrues aux articulations. Ces deux derniers caractères l'éloignent également du genre *Sinapis* dont il diffère encore (1) par la corne cylindrique subulée et non aplatie qui termine ses siliques.

On pourrait encore rapprocher le genre *Raphanus* du genre *Eruca* avec lequel on l'a confondu quelquefois comme nous le

(1) *Encyclopédie méthodique botanique*, texte 6, p. 50, de LAMARCK, terminée en 1806 par l'abbé POIRET.

verrons dans la suite. Il présente également de grandes analogies avec les genres : *Chorispora*, *Wormskioldia*, *Enarthrocarpus* et *Goldbachia*. On l'a même pendant de longues années confondu avec le *Cochlearia*, bien qu'il s'en éloigne beaucoup par ses fruits.

LINNÉ (1) le décrit par les lignes suivantes :

Cal. clausus, silica torosa subarticulata teres glandulæ melliferæ duo inter stamina breviora et pistillum; totidem inter stamina longiora et calycem.

Cette description très courte reste un peu vague, ce qui nous explique que le célèbre botaniste suédois range dans le genre de nombreuses plantes qui ont été depuis classées dans des genres différents.

Pour LINNÉ, le genre *Raphanus* comprenait :

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1° Le <i>Raphanus sativus</i> | } <i>α. minor oblongus</i> ;
<i>β. niger</i> ;
<i>λ. chinensis, annuus, oleiferus</i> ; |
| 2° Le <i>Raphanus caudatus</i> ; | |
| 3° Le <i>Raphanus Raphanistrum</i> ; | |
| 4° Le <i>Raphanus sibiricus</i> ; | |
| 5° Le <i>Raphanus tenellus</i> ; | |
| 6° Le <i>Raphanus arcuatus</i> ; | |
| 7° Le <i>Raphanus lanceolatus</i> ; | |
| 8° Le <i>Raphanus pilosus</i> . | |

Les cinq dernières espèces doivent en être retirées; l'*Index* de KEW (2), auquel nous nous reporterons, considère, en effet :

Le *Raphanus sibiricus* comme le *Chorispora sibirica* ;
Le *Raphanus tenellus*, comme le *Chorispora tenella* ;
Le *Raphanus arcuatus*, comme le *Chorispora tenella* ;
Le *Raphanus lanceolatus*, comme le *Brassica juncea* ;
Enfin le *Raphanus pilosus*, comme le *Wormskioldia heterophylla*.

Au *Prodromus* (3) la définition du genre *Raphanus* se précise par les lignes suivantes :

Siliqua transverse multilocularis aut in articulos plurimos secedens semina 1 serialia globosa, pendula cotyledones crassiusculæ conduplicatæ.

(1) *Species plantarum*, vol. V A, 6-7, édition de 1800, t. III, p. 560.

(2) *Index Kewii*, p. 690.

(3) *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis*, p. 228, par Alphonse DE CANDOLLE.

L'auteur divise toutes les espèces de ce genre en deux sections :

Section 1. — *Raphanis*. Dc Syst. 2, p. 663.

Siliqua fungosa bilocularis isthmis rarissime coarctata.

et qui comprend :

1° <i>Raphanus sativus</i>	{	radicula	rotunda;
			oblonga;
	{	niger	oleifera.
			vulgaris ;
			rotundus ;
			griseus ;
			albus;

2° *Raphanus caudatus*.

Section 2. — *Raphanistrum*. Dc Syst. 2 p. 666.

Siliqua teres acuminata per maturitatem monoliformis unilocularis articulis 1 spermis.

Cette nouvelle section comprend :

1° Le *Raphanus rostratus* ;

2° Le *Raphanus Raphanistrum* { α) Flore albo;
 β) Flore purpurascens;
 γ) Flore flavo;

3° Le *Raphanus Landra* (MORETTI) ;

4° Le *Raphanus maritimus* (SMITH.).

En dehors de ces deux groupes, on trouve encore au *Prodromus* trois espèces :

1° Le *Raphanus lanceolatus* de LINNÉ ;

2° Le *Raphanus cakiloideus* ;

3° Le *Raphanus biarticulatus*.

J'ai déjà parlé du synonyme de *Raphanus lanceolatus* sur lequel je n'insiste pas. Le gracieux *Raphanus cakiloideus* avec ses feuilles divisées comme celles du Seneçon vulgaire, ses fleurs roses à calice ouvert, ses petites siliques velues, doit être encore retiré du genre *Raphanus*. L'*Index* de KEW en fait l'*Erucaria Oliverii* ; il est tellement éloigné des Radis cultivés qu'il ne nous intéresse pas et que nous adopterons l'appréciation de KEW.

En dehors des espèces du *Prodromus*, d'autres auteurs ont décrit différentes espèces de *Raphanus*.

L'abbé BOISSIER (1), en précisant encore la définition du genre par les lignes qui suivent, décrit deux espèces nouvelles :

Le *Raphanus pugioniformis* (en forme de poignard);

Le *Raphanus Aucheri*.

Pour lui, le genre *Raphanus* comprendrait les plantes présentant les caractères généraux que voici :

Calyx erectus bissecatus. Petala longe unguiculata obtusa vel retusa. Filamenta libera edentula. Siliqua teres articulo inferiori anguste turbinato sterili brevissimo interdum oblitterato superiori elongato continuo vel moniliformiter in lomenta secedenti uniserialiter locellato semina globosa pendula. Cotyledones conduplicatae. Herbæ annuæ vel perennantes foliis inferioribus lyratis, floribus flavidis purpureo venosis.

Ce qu'é l'on pourrait traduire ainsi :

« Calice dressé formant deux sacs (ayant deux sépales bossus à la base), pétales longuement onguiculés obtus... silique arrondie, article inférieur en cône, étroit, stérile, très court, quelquefois manquant, le supérieur allongé sans étranglement ou en forme de chapelet... graines globuleuses, pendantes, cotylédons conduplicués.

« Plantes herbacées, annuelles ou vivaces, feuilles inférieures en forme de lyre, fleurs jaunes veinées de pourpre. »

ROUY et FOUCAUD (2) créent trois nouvelles espèces :

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1 ^o Le <i>Raphanus microcarpus</i> , | } voisins de <i>R. Raphanistrum</i> ; |
| 2 ^o Le <i>Raphanus intermedius</i> , | |
| 3 ^o Le <i>Raphanus landroides</i> , voisin du <i>R. Landra</i> . | |

On connaît encore :

Le *Raphanus fugax*.

créé par PRESLE (3) qui se rapproche du *Raphanus microcarpus*.

(1) Edmond BOISSIER, *Flora orientalis*. Basileæ (Bâle), 1866-1888, t. I, p. 400 et 401. Bibl. Nat., 8° S 3418.

(2) *Flore de France*, t. II, p. 64.

(3) Fl. sic 1, p. 109.

Nous mettrons de suite à part le *Raphanus rupestris* PORTA et RIGO, que ROUY considère comme un *Coincya rupestris* (1), et le *Raphanus Gayanus* de FISHER et MULLER (2); nous nous bornons à l'étude des espèces précédemment citées.

L'origine spontanée de *Raphanus Gayanus* n'est pas certaine. On peut du reste le considérer comme un *Raphanus sativus* dont les siliques auraient un article inférieur stérile séparé des autres par de minces bractées et présenteraient deux ou trois étranglements faibles.

On trouve un bel échantillon de cette plante à l'herbier de Kew.

Parmi tous ces *Raphanus* existe-t-il à l'état sauvage des plantes assez voisines des Radis cultivés pour pouvoir être considérées comme l'ancêtre des légumes qui nous occupent? Tel est le problème qui nous reste à résoudre en étudiant chacune de ces espèces.

En dehors des plantes que j'ai cultivées, des herbiers que j'ai consultés, je me suis aidée des principales flores (3) connues pour toute l'étude qui va suivre.

La plupart des espèces de ce groupe diffèrent surtout par leurs siliques; c'est donc la forme du fruit qui va nous servir de base pour établir une classification dans le genre *Raphanus*. Cette base est rationnelle, puisque toutes les plantes de la famille des Crucifères se différencient presque exclusivement par ce caractère.

(1) *Index* de Kew, suppl. n° 1, p. 359.

(2) FISHER et MULLER, *Hortus petropolitanus*, p. 44, à l'herbier Cosson.

(3) *Flore complète, illustrée en couleurs, de France, de Suisse et Belgique*, par Gaston BONNIER, pl. 29, fasc. 6, p. 57.

Flore de l'abbé COSTE, 1901, genre 321 *Raphanus*.

Flore de GRENIER et GODRON, 1848, t. I, p. 71 et 72.

KOCH, *Synopsis Floræ Germanicæ et Helveticæ*, p. 83 et 1019.

Dictionnaire d'Histoire naturelle de D'ORBIGNY, p. 700.

ENGLER und K. PRAUTL.

Flore de COSSON et GERMAIN SAINT-PIERRE.

Dictionnaire de BAILLON.

Dictionnaire de BARRAL et SAGNIER.

Loc. cit.

PLANTES DÉCRITES SOUS LE NOM DE *RAPHANUS SATIVUS*

Sans revenir sur l'étude des Radis cultivés, nous sommes obligés de rechercher ici, d'après les plantes d'herbier, les types qui présentent le plus d'analogie avec les *Raphanus* cultivés actuels. Dans la plupart des flores, la plante qui nous occupe est décrite comme une plante cultivée, quelquefois subspontanée. L'abbé BOISSIER la considère comme subspontanée dans les cultures de l'Anatolie vers Mersiwan (WIEDEMANN), en Palestine (BOISSIER), en Arménie russe (LEDEB); l'examen des herbiers cités dans l'introduction de ce travail permet de retrouver des *Raphanus sativus*, considérés comme presque spontanés.

A l'herbier Drake del Castillo se trouve en effet une plante n° 1477, étiquetée *Raphanus sativus Persia borealis*, avec la mention « quasi spontané ». Cette plante est très voisine de nos types cultivés; en serait-elle l'ancêtre?

Au même herbier on trouve d'autres types ayant un intérêt de même ordre. La photographie ci-après représente un *Raphanus*, considéré comme *Raphanus sativus*, avec la mention : « Quoique cultivée, elle se trouve partout à l'état sauvage. »

Ses siliques sont très voisines de celles du *Raphanus acanthiformis* (Radis japonais), elles présentent des étranglements correspondant à des logettes monospermes, caractère qui l'éloigne des Radis de nos jardins. On pourrait faire la même observation pour d'autres plantes du même herbier, considérées comme *Raphanus sativus*.

Beaucoup ont tous les caractères des Daïkons, par exemple celle qui porte la mention « 1902 DHUHI » et dont nous reproduisons les principales formes de siliques observées sur un même pied.

Les plantes de Chine récoltées par l'abbé DELAVAY près du Yun-nan et près du col du Ha-chan-men, à 3.000 mètres, en 1889, ont également les caractères du *Raphanus acanthiformis*.

Une autre plante récoltée par le même botaniste est nettement

un *Raphanus rostratus* ; l'abbé BOISSIER remarque, en effet, que le *Raphanus rostratus* a ses siliques inférieures à peine marquées d'un sillon souvent effacé, alors que les supérieures sont semblables à celles de *Raphanus Raphanistrum*, mais avec un long bec.



Fig. 85. — Plante de l'herbier Drake n° 36.

Je n'ai jamais observé de *Raphanus sativus* présentant cette particularité.

Les Japonais considèrent leurs Daikons comme originaires du Japon ; ils précisent même l'origine de quelques variétés, le *Sakurajuma mammoth radish* provenant de l'île volcanique

de Sakurajuma par exemple. Il y a tout lieu de croire que les Radis japonais proviennent d'un type sauvage originaire de ce pays.

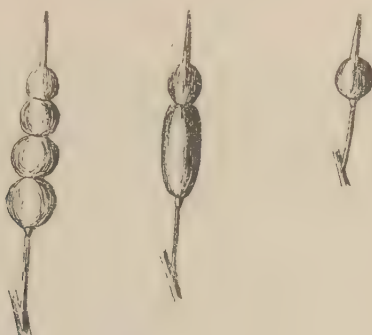


Fig. 86. — Siliques de l'herbier Dra'ze (*Dhuhi 1902*).

Les plantes décrites par SAVATIER comme des *Raphanus*



Fig. 87. — *R. rostratus* (*abbé Delavay*).

Raphanistrum ont en effet tous les caractères des *Raphanus acanthiiformis*. L'examen de l'un de ces échantillons conservé à

l'herbier Drake et qui est reproduit par la photographie précédente, suffit pour s'en convaincre. Les siliques présentent bien des étranglements, mais elles sont globuleuses, non résistantes, ce qui les éloigne du *Raphanus Raphanistrum*. Ces plantes



Fig. 88. — *R. Raphanistrum Savatier*.

existent au Japon à l'état sauvage; le problème semble donc résolu pour la première catégorie de Radis cultivés. Les Daïkons proviendraient d'une plante voisine, non tubérisée quand elle est spontanée et dont l'aire de dispersion s'étendrait du Japon au nord de la Chine.

Il reste donc maintenant à rechercher l'origine des Radis cultivés proprement dits, la question est plus complexe et semble comprendre deux solutions :

1^o Le *Raphanus sativus* dérive du *Raphanus acanthiformis* :

2^o Le *Raphanus sativus* dérive d'un type distinct à siliques non toruleuses.

Je vais essayer d'examiner d'une façon critique ces deux hypothèses.

Si la première hypothèse est juste, il devrait être possible d'observer sur des *Raphanus sativus* subspontanés depuis des générations, des siliques se rapprochant de celles de *Raphanus acanthiformis*, il nous faut donc étudier les *Raphanus sativus* subspontanés.

LES RAPHANUS SATIVUS SUBSPONTANÉS

Or, dans les champs de Baza, en Espagne, on trouve à l'état subspontané de nombreux *Raphanus sativus* ne présentant aucune trace d'étranglements dans leurs siliques. Un échantillon qui provient de l'herbier de E. BOURGEAU, choisi entre beaucoup d'autres, peut le prouver.

On constate la même fixité dans les plantes de Ténériffe récoltées par le même botaniste. Les siliques des *Raphanus sativus* de Ténériffe semblent présenter un maximum de développement. Elles sont très globuleuses à l'extérieur et spongieuses à l'intérieur. Ces plantes pourtant n'étaient pas cultivées, comme le prouve la photographie ci-dessus, qui montre nettement des racines non tubérisées.

Dans le même ordre d'idées, on trouve à l'herbier de S. A. I. le prince Roland Bonaparte plusieurs exemples de *Raphanus sativus* subspontanés, dont les racines sont ligneuses et grêles, mais dont les siliques restent globuleuses et spongieuses.

A titre d'exemple, je citerai les différents *Raphanus sativus* récoltés par CHÉRIBAUD dans le Puy-de-Dôme, près de Clermont. Un échantillon fut pris le 17 août 1899 dans des décombres; il n'avait pas de racine tubérisée, mais ses siliques étaient nette-

ment globuleuses. Trois ans plus tard, le même botaniste recueillait dans le même champ ou dans un champ voisin un nouvel échantillon, le 18 août 1901. Cette plante, toujours

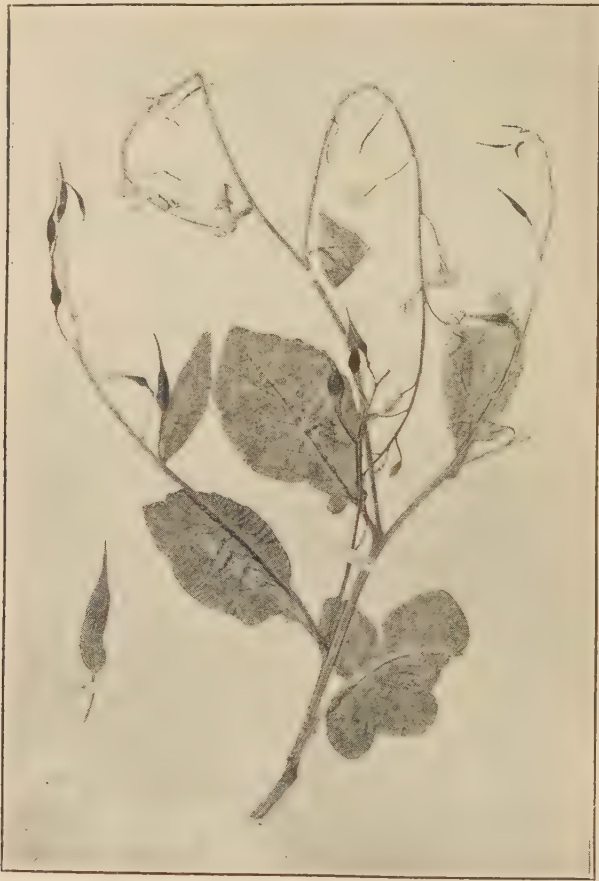


Fig. 89. — *R. sativus* de Bourgeau (Espagne).

quasi sauvage, avait encore les siliques renflées et non articulées.

On pourrait également faire la même observation pour les plantes du même herbier récoltées par HARRY, le 24 mai 1859, sur la plage de Saint-Raphaël (Var). Elles n'ont pas de tuber-

cules, leur aspect est agreste, mais leurs siliques sont restées identiques à celles d'un *Raphanus* cultivé.

L'herbier de Berlin permet des observations du même genre.

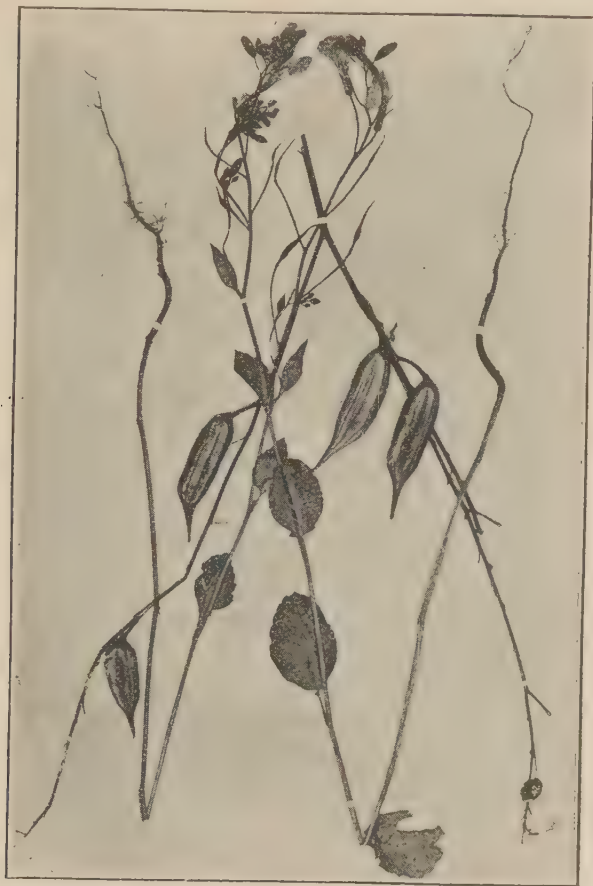


Fig. 90. — *R. sativus* de Bourgeau récolté à Ténériffe.

Certaines plantes sont données comme quasi sauvages et présentent tous les caractères du *Raphanus sativus* ordinaire. Nous citerons en particulier :

1° Une plante provenant d'Arabie qui a des siliques incontestables de *Raphanus sativus* et qui porte l'inscription : *Croît près*

des fleuves, ce qui semble indiquer une origine sauvage ou subspontanée;

2° Un échantillon récolté en 1877 par J. FREYN au sud de l'Istrie, qui provient d'un endroit où ces *Raphanus* poussaient



Fig. 91. — *R. sativus* considéré comme subspontané dans l'Istrie (plante de l'herbier de Berlin).

en quantités innombrables; il était donc également au moins subspontané;

3° Enfin celui représenté par la photographie ci-après (fig. 92), qui fut récolté à Weilmünster avec la mention *wild*.

Au contraire, deux plantes récoltées à l'état sauvage, l'une en Nouvelle-Zélande, dans la baie des Iles, l'autre à Akaroa, près-qu'île de Banks, également en Nouvelle-Zélande, récoltées dans

le voyage de l'*Astrolabe* et de la *Zélee* (1838 et 1840), étiquetées : *R. sativus*, ont des siliques de *Raphanus acanthiformis*. N'ayant aucune donnée sur l'origine de ces plantes, il est difficile de les

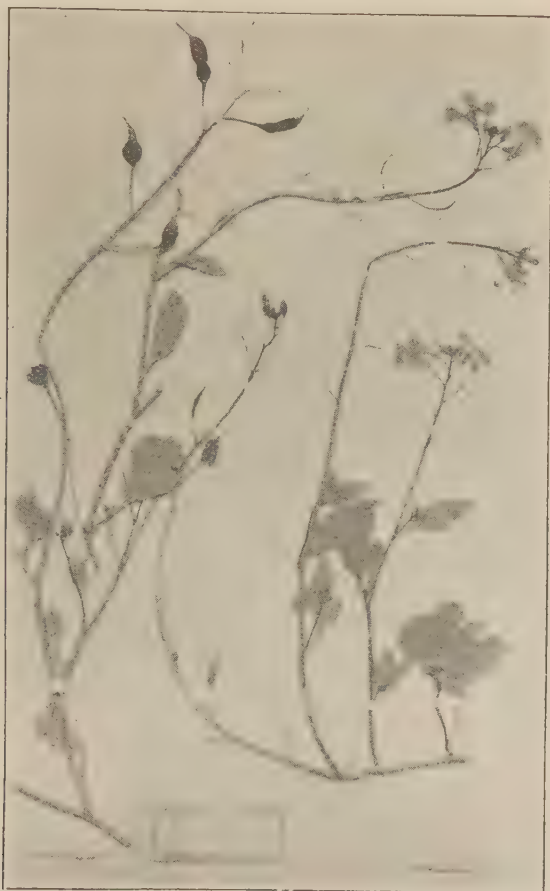


Fig. 92. — *R. sativus* considéré comme plante sauvage à Weilmünster (herbier de Berlin).

considérer comme des *Raphanus sativus* dégénérés. Sans rien affirmer sur ce point, je serais tentée d'y voir de nouveaux exemples de *R. acanthiformis* sauvages, mais je ne puis m'en servir pour ou contre l'hypothèse que nous discutons.

L'étude des plantes d'herbier que nous venons de faire ne

peut donc pas donner une réponse absolue aux questions que nous avons posées. Seules des expériences raisonnées pourront peut-être éclaircir le problème; elles seront tentées dans la seconde partie de ce travail.



Fig. 93. — *R. sativus* (Nouvelle-Zélande, presqu'île de Banks).

Je tiens simplement à faire observer que l'examen de toutes les plantes d'herbier que j'ai eues entre les mains tend à considérer l'espèce *Raphanus sativus* proprement dite comme bien définie avec des caractères constants quel que soit l'endroit où

elle pousse et le pays dans lequel elle se développe. Je serais donc



Fig. 94. — *R. sativus* (Baie des îles, Nouvelle-Zélande).

portée à considérer le *Raphanus sativus* comme ayant une origine différente de celle de *Raphanus acanthiformis*.

RAPHANUS SAUVAGES DE LA MÊME SECTION QUE LES RADIS CULTIVÉS (*Section Raphanis* DC)

1^o *Raphanus caudatus* L. -- Dans le même groupe que les Radis cultivés se trouve le *Raphanus caudatus*, que certains auteurs considèrent même comme un *Raphanus sativus*. L'Institut de Buitenzorg à Java, pays d'origine de cette espèce, m'a envoyé

à Grignon un nombre considérable de graines de *R. caudatus*. Elles ont très bien germé et m'ont donné des plantes tout à fait semblables à l'échantillon de l'Herbier du Muséum de Paris, que nous reproduisons ici. Les siliques de cette plante sont beaucoup plus



Fig. 95. — *R. caudatus*.

allongées que celles des *Raphanus sativus*. L'article inférieur stérile est égal à la moitié du pédoncule, alors que l'article supérieur est environ dix fois plus long que ce pédoncule. La plante a une racine toujours grêle et ligneuse, non comestible. Elle est cultivée pour ses siliques, que les Javanais mangent comme condiments. DE CANDOLLE définit cette espèce par les lignes suivantes :

Siliquis depressis acuminatis decumbentibus planta tota longioribus in Java Differt a raphanide siliquis unilocularibus a Raphanistro siliquis non

torulosus ab utroque calyce basi magis bisaccato et seminibus oblongis. De syst 2 p. 665.

Je reviendrai sur cette définition en faisant l'anatomie comparée des siliques des principaux *Raphanus* voisins de *Raphanus sativus*. Cette plante semble en être assez distincte pour mériter d'être considérée comme une espèce séparée.

2^o *Raphanus Landra* MORETTI. — La forme des feuilles, la cou-



Fig. 96. — *R. Landra*.

leur des fleurs, surtout l'aspect des siliques, rapprochent le *Raphanus Landra* de *Raphanus sativus*. Certains pieds de *R. Landra*,

comme celui représenté par la photographie suivante, ont des siliques divisées en articles et voisines de celles de *Raphanus Raphanistrum*. Sur d'autres pieds au contraire, on trouve sur la même plante toute une série de siliques allant du type articulé au type globuleux à peine divisé en articles.

On trouve des types de *Raphanus Landra* répondant à cette description dans l'herbier Drake (fig. ci-jointe) et dans l'herbier de S. A. I. le prince Roland Bonaparte. Un examen approfondi de ces siliques permet de les différencier encore de celles de



Fig. 97. — *Raphanus* d'Océanie (herbier Drake).

R. sativus. Même dans les échantillons où elles sont le plus globuleuses, leurs parois sont résistantes et laissent deviner des loges internes. L'étude anatomique de toutes les siliques de *Raphanus Landra* que j'ai faite tend à les rapprocher davantage de *R. Raphanistrum* que de *R. sativus*. J'aurai du reste l'occasion de revenir sur le *R. Landra* en étudiant le *R. maritimus*.

3^o *R. pugioniformis* Boiss. — Dans les pâturages de la Galilée septentrionale sur le Mont Thabor, à Banias (BOISSIER), dans l'Anti-Liban (GAILLARDOT), c'est-à-dire dans les pays où le *R. sativus* existe à l'état subspontané, croît une plante voisine que l'abbé BOISSIER a appelée *R. pugioniformis* : le *Raphanus* en forme de poignard. Ses fleurs sont de la grandeur de celles du

R. sativus, ses siliques ont de 3 à 4 pouces, avec un bec. La partie qui porte les graines est d'un diamètre de trois lignes.

L'abbé BOISSIER, qui a créé l'espèce, la définit ainsi :

Papilloso-asper. foliis lyratis segmentis lateralibus parois triangularibus terminali maximo ovato-oblongo, foliis summis oblongo-linearibus, floribus



Fig. 98. — *R. pugioniformis* Boiss.

violaceis. Siliquis strictis adpresse papilloso-asperrimus articulo superiori biloculari conico-cylindrico in rostrum parte seminifera triplo longius rigidum sensim attenuato.

Nous retiendrons surtout la fin de cette description : « Les siliques sont dressées avec papilles rugueuses très serrées, l'article supérieur biloculaire cylindro-conique s'amincissant peu à peu en bec raide trois fois plus long que la partie qui porte les graines. »

Tous ces caractères l'éloignent de *Raphanus sativus* L.

4° *Raphanus Aucheri* Boiss. — Le *Raphanus Aucheri* qui



Fig. 99. — *R. Aucheri* Boiss.

s'éloigne du *Raphanus pugioniformis* par ses fleurs jaunes à calice étalé, ses siliques pendantes soutenues par des pédoncules éproulés, est encore plus éloigné de l'espèce qui nous occupe.

L'abbé BOISSIER le classe dans une section différente, la section des *Hesperidopsis*, il le définit par les lignes suivantes :

Facies et flores sinapidis, siliquæ Hesperidis pendulæ sed majores tripollicares superne 1 3/4 lineas diametro latæ.

RAPHANUS SAUVAGES DE LA SECTION *RAPHANISTRUM* DC

La deuxième section des plantes du genre *Raphanus* évolue autour de *Raphanus Raphanistrum*, elle comprend six ou sept espèces très voisines les unes des autres, mais de plus en plus éloignées de *Raphanus sativus*.

1^o ***Raphanus Raphanistrum* L.** — Nous avons déjà donné dans le chapitre précédent les principaux caractères de cette espèce, nous n'y reviendrons pas ici. Le *R. Raphanistrum* a une aire de dispersion très étendue. Il croît spontanément dans toute l'Europe en Afrique (en Algérie, à Ténériffe, en Tunisie, en Amérique, notamment au Mexique, mais, fait intéressant, il est inconnu en Chine et au Japon.

M. MAKINO affirme en effet que le *Raphanus Raphanistrum* signalé au Japon par MIGUEL, par FRANCHET et SAVATIER, et aux Lieou Kieou, par ITO et MATSUMURA n'est que la forme « raphanistroides » du *Raphanus sativus* L., forme que nous avons appelée, après MOREL, *Raphanus acanthiformis*. « True *R. Raphanistrum* is not yet found in Japan », conclut M. MAKINO. Comme en avril 1909 le Japon comprenait la Corée et les Lieou Kieou, on peut en conclure que le *R. Raphanistrum* n'aurait pas encore été trouvé en Extrême-Orient. Mes observations personnelles sur les plantes recueillies par MIGUEL, FRANCHET et SAVATIER m'ont conduit à la même conclusion que M. MAKINO.

Nous avons déjà donné une photographie d'une de ces plantes et nous avons constaté que ses siliques étaient semblables à celles des Radis japonais (Voir Herbar du Muséum).

(1) *Tokyo Botan. Mag.*, vol. XXIII, n^o 267, p. 70.

Tous les vrais *R. Raphanistrum* « true *R. Raphanistrum* L. » de M. MAKINO ont des siliques nettement articulées formées d'articles plus ou moins striés longitudinalement à l'extérieur. Ces caractères ne s'observent pas sur les plantes de SAVATIER.



Fig. 100. — *R. Raphanistrum* rose (Grande Chartreuse).

La couleur de la fleur n'a aucune influence sur la forme de la silique. La photographie suivante représente un *R. Raphanistrum* à fleurs violettes et ses siliques sont identiques à celles des *R. Raphanistrum* blancs ou jaunes. On observe également ce

caractère sur un échantillon recueilli au Belvédère de Tunis et que nous reproduisons ici. Seulement, dans cette plante, les articles sont moins séparés, la forme générale de la silique est plus allongée. Ce nouveau type fait penser à une forme « raphanistroïde »



Fig. 101. — *R. Raphanistrum* (Belvédère de Tunis).

d'un *Raphanus pugioniformis*. Elle représenterait dans le tableau de l'évolution des *Raphanus*, pour *R. Raphanistrum*, la place occupée par le *Raphanus caudatus* pour le *Raphanus sativus*. A l'Herbier de Berlin, on trouve un autre échantillon du même genre étiqueté n° 292 et recueilli par leg. SCHUMANN à Mexico.

Également à l'Herbier de Berlin, une variété de *Raphanus Raphanistrum* (*Acaulis*), très différente du type ordinaire, a

des siliques très noueuses comme celles de tous les *R. Raphanistrum*. Sur un échantillon récolté près de Constantine, j'ai observé des siliques voisines de celles d'un *R. sativus* ; il y a tout



Fig. 102. -- *R. Raphanistrum* ordinaire.

lieu de croire qu'on se trouve en présence d'un hybride. Ces observations, jointes à beaucoup d'autres, nous conduisent à considérer les *Raphanus sativus* et *Raphanus Raphanistrum*, comme les deux antipodes du genre ; formes extrêmes reliées par

de nombreux intermédiaires et évoluant d'une manière parallèle vers une série d'espèces voisines.



Fig. 103. — *R. Raphanistrum* V. *Acaulis* (Herbier de Berlin).

2^o **Raphanus rostratus** Dc. — L'allongement du bec devient beaucoup plus considérable dans le *Raphanus rostratus*, qui est au *R. Raphanistrum* ce que le *R. pugioniformis* est au *R. sativus*. Cette plante, dont nous avons déjà reproduit la figure des siliques, croît en Chine et en Palestine. L'herbier Cosson en donne un bel échantillon trouvé au Caucase. L'herbier Drake en montre des types d'Afrique et des bords de la mer Caspienne. Par son rostre

deux fois plus long que le pédoncule de la silique et six ou sept fois plus long qu'un article, il s'éloigne beaucoup de *Raphanus sativus*.



Fig. 104. — *R. Raphanistrum* récolté à Constantine (Herbier de Berlin). Cette plante ressemble à un hybride entre *R. Raphanistrum* et *R. sativus*.

3^o *Raphanus fugax* PRESL. — Dans le même groupe, mais avec des articles beaucoup plus minces aux siliques, se trouve le *Raphanus fugax* de PRESLE.

Le rostre de la silique est encore très développé, les fleurs sont roses, mais le diamètre de la silique n'est guère plus de deux ou trois fois plus large que celui du pédoncule. Le *Raphanus fugax* croît en Sicile (Adrien DE JUSSIEU) et en Palestine.

L'angle d'insertion des pédicelles floraux est très aigu. Ce caractère, joint à celui tiré de la longueur de son rostre, suffit à

le différencier du *Raphanus microcarpus* de LANGE, que représente la photographie ci-dessous, dont il se rapproche par la petitesse des articles de ses siliques.



Fig. 165. — *R. microcarpus*.

4° *Raphanus microcarpus* LANGE. — ROUY et FOUCAUD (1) le définissent ainsi : « Tige à rameaux grêles, allongés; feuilles

(1) *Loc. cit.*

inférieures lyrées, les supérieures petites, étroites; fleurs à pétales roses, blancs ou d'un jaune pâle, veinés de violet, pédicelles fructifères grêles, siliques plus longues que les pédicelles, très grêles (de moitié environ plus étroites que dans le *R. Raphanistrum*, à segments subglobuleux ou ovoïdes munis de côtes saillantes et séparés entre eux par des étranglements profonds sur lesquels les côtes se continuent, bec grêle (ordinairement aussi long que le pédicelle). » Cette dernière phrase est discutable, car sur un grand nombre d'échantillons le bec est beaucoup plus court que le pédicelle. On pourrait ajouter que ce pédicelle fait avec la tige florale un angle peu aigu souvent égal à un angle droit alors qu'il semble toujours très aigu dans le *R. fugax* que nous venons d'étudier.

Par sa forme, *R. intermedius* ROUY et F., dont les siliques sont plus robustes, les fleurs rouges ou rosées, on se rapproche à nouveau du *Raphanus Raphanistrum*, type de LINNÉ.

5^o *Raphanus maritimus* SMITH. — Nous nous éloignerons à nouveau de ce type central avec le *R. maritimus*, pour nous acheminer vers le *R. sativus* par l'étude duquel nous avons commencé. Les siliques de *Raphanus maritimus* sont plus globuleuses que celles de *R. Raphanistrum*, mais elles présentent encore des côtes saillantes à la surface des articles. Les segments sont en général aussi larges ou plus larges que longs. Ils sont séparés par des étranglements très marqués. Le bec est souvent à peine aussi long que le dernier article, ce qu'il est facile de voir sur les deux siliques de *Raphanus maritimus* du tableau comparatif ci-dessus. La plante est vivace, hérissée de poils, à feuilles radicales velues, à nombreuses folioles rapprochées, les fleurs ont les pétales jaunes à peine veinés. Cette plante croît sur les côtes de la Normandie et de la Bretagne, en Espagne, en Angleterre, en Hollande et même dans l'île Majorque.

Par ses siliques à segments globuleux, elle se rapproche de *Raphanus Landra*.

6^o *Raphanus Landra* MOBETTI. — Le *Raphanus Landra* dont

nous avons déjà parlé dans la section précédente, croît dans toute la région méditerranéenne. C'est une plante de 30 à 60 centimètres aux fleurs généralement blanches, quelquefois jaunes. Le style est une fois plus long que le dernier renflement, le stigmate entier, globuleux. Les siliques sont dressées plus ou moins ren-

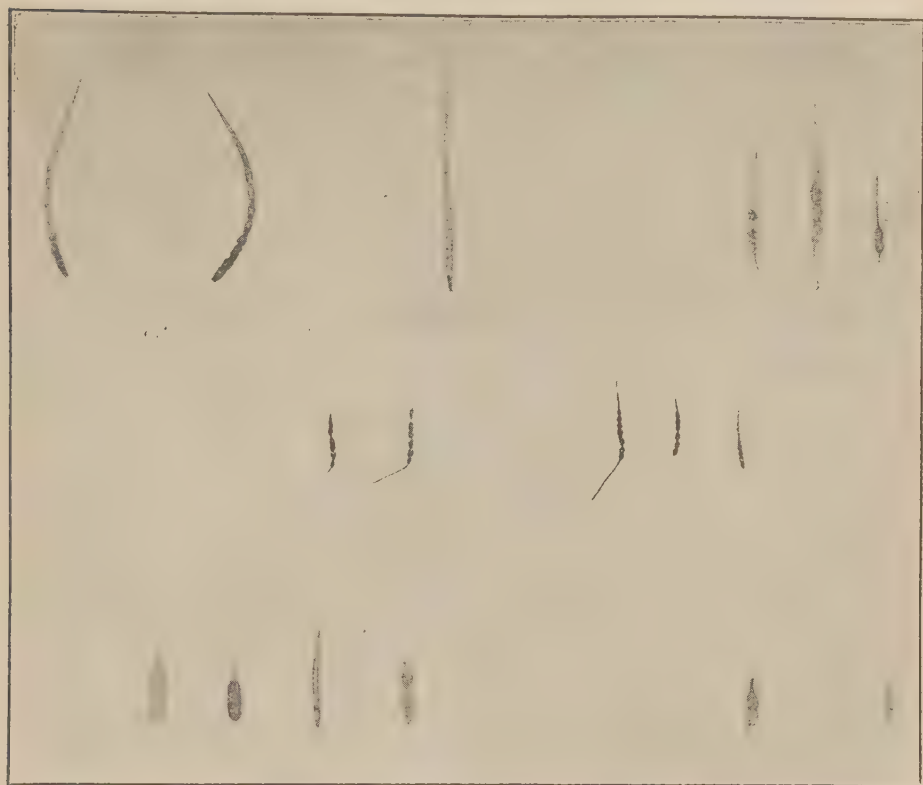


Fig. 106. — Tableau comparatif des siliques de *Raphanus*.

flées aux points correspondant aux graines, munies de côtes longitudinales faibles, interrompues aux points de constriction. Nous avons vu que sur certains types les siliques évoluaient à l'extérieur depuis le type *Raphanistrum* jusqu'au type *sativus*. Le bec est ordinairement une ou trois fois plus long que le dernier segment, ce qui le distingue de *Raphanus maritimus*. Son

aire de dispersion comprend l'Europe méridionale et l'Afrique septentrionale. Il est quelquefois cultivé.

7^o **Raphanus Landroides** ROUY et FOUCAUD. — Une forme vient tenir près de *Raphanus Landra* la place que *Raphanus microcarpus* tient près de *R. Raphanistrum*. Ses siliques ont de un à trois articles, leur diamètre très étroit. On en trouve çà et là dans l'Hérault et le Var, près de Toulon. Cette forme nous éloigne à nouveau de *Raphanus sativus*, dont le *Raphanus Landra* nous avait rapprochés.

Pour certains auteurs, *Raphanus maritimus* et *Raphanus Landra* appartiendraient à une même espèce. En dehors des différences anatomiques que présentent leurs siliques, on peut résumer par le tableau suivant les principales différences que ces deux genres de *Raphanus* offrent entre eux et avec le *Raphanus Raphanistrum*.

Comparaison des trois espèces précédentes.

ORGANES	RAPHANUS RAPHANISTRUM	RAPHANUS MARITIMUS	RAPHANUS LANDRA
Feuilles.	Les inférieures lyrées à nombreux segments ascendants ou réfléchis glabres ou velues.	Les inférieures lyrées à nombreux segments <i>ascendants</i> très iné- gaux le plus souvent velues.	Les inférieures lyrées à 9 ou 15 segments les supérieurs ascendants les inférieurs réfléchis glabres ou velues.
Fleurs.	Jaunes veinées ou non veinées, blanches roses ou violacées.	Jaunes à peine veinées	Jaunes ou blanches très vives.
Siliques.	A étranglements très marqués nombreux segments plus longs que larges articles à côtes sail- lantes longitudinales bec plus long que le dernier article.	A étranglements très marqués segments peu nombreux aussi longs que larges ou plus larges que longs articles à côtes sail- lantes longitudinales bec plus court que le dernier article.	Étranglements souvent nuls segments peu nombreux à segments aussi longs que larges articles sans côtes sail- lantes longitudinales bec de une à trois fois plus long que le der- nier article.

Tous les *Raphanus* que nous venons d'étudier, assez différents les uns des autres, présentent néanmoins de nombreuses affinités.

Les deux sections du *Prodromus* sont parfaitement justifiées, elles évoluent chacune autour de deux espèces assez éloignées l'une de l'autre mais reliées par des intermédiaires.

Dans chaque section les plantes évoluent dans le sens d'un allongement progressif du rostre.

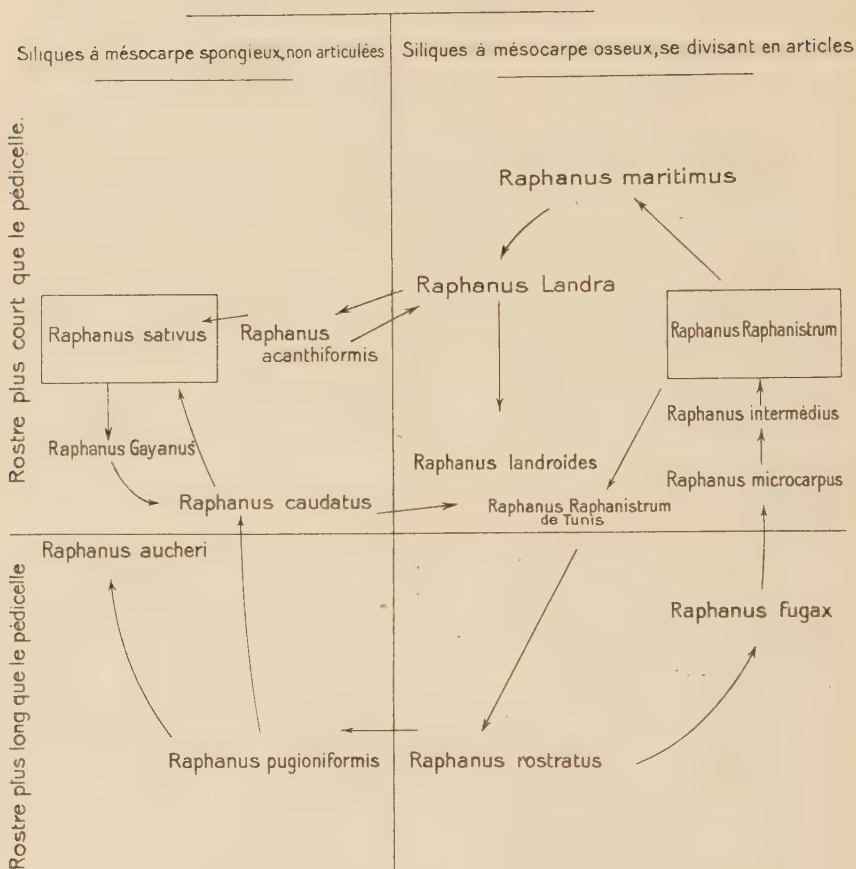
Dans le groupe *Raphanistrum*, toutes les espèces évoluent encore dans un autre sens. Elles présentent des segments de plus en plus étroits par rapport à la longueur de la silique.

Tous ces caractères sont mis en évidence dans le tableau des affinités des espèces du genre *Raphanus* de la page suivante. Ils sont confirmés par l'étude anatomique des fruits.

Si l'on fait des coupes microscopiques dans des siliques du même âge, des principales variétés de *Raphanus*, on est conduit à la vérification des différences indiquées par l'étude de la morphologie externe.

Toutes les espèces de la section *Raphanistrum* présentent, au niveau des graines, dans les parois de la silique, des éléments anatomiques orientés, allant d'un faisceau libéro-ligneux à un autre, se colorant totalement ou en partie par le vert d'iode. Dans toutes ces espèces, les faisceaux libéro-ligneux sont disposés sur deux rangs, alors qu'ils ne sont disposés que sur un rang dans les espèces de la section *Raphanis*. Dans cette section, il est impossible de retrouver les éléments orientés caractérisant les espèces de la section *Raphanistrum*.

Affinités des principales espèces de *Raphanus*



ANATOMIE DES SILIQUES DE QUELQUES RAPHANUS SAUVAGES

A) SECTION RAPHANISTRUM

1^o R. RAPHANISTRUM

La silique est caractérisée, dans toutes les espèces de la section, par une variabilité de structure très grande. Suivant qu'on considère cette structure au milieu d'un article, à l'extrémité d'un

article ou entre les articles, la disposition des éléments est diffé-

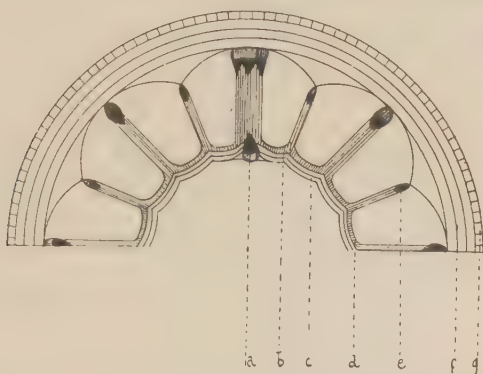


Fig. 107. — Schéma d'une coupe de silique de *R. Raphanistrum*.

a, faisceau libéro-ligneux; — *b*, hypoderme; — *c*, épiderme interne; — *d*, cellules de parenchymes épaissies et formant des arcades; — *e*, petit faisceau libéro-ligneux; — *f*, assise externe de parenchyme; — *g*, épiderme externe.

rente. Puisque l'étude que nous allons faire a surtout un but com-

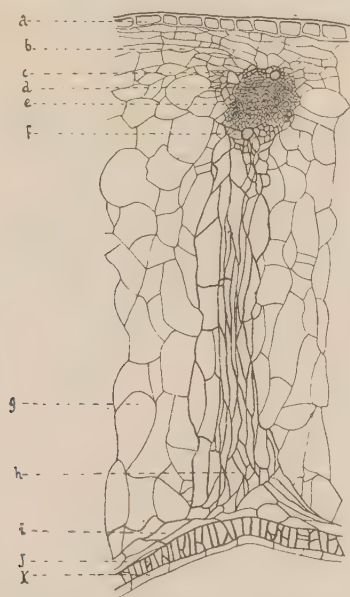


Fig. 108. — Coupe dans la partie la plus globuleuse d'un article de silique de *R. Raphanistrum*.

a, épiderme externe; — *b*, assise de parenchyme; — *c*, faisceau libéro-ligneux; — *d*, liber; — *e*, bois; — *f*, collenchyme; — *g*, parenchyme; — *h*, parenchyme aux cellules disposées en arcades; — *i*, zone souvent sclérifiée; — *j*, hypoderme dont les cellules ont des parois résistantes; *k*, épiderme interne.

paratif, nous ne considérerons dans toutes les espèces que les

coupes faites dans des siliques presque mûres et au milieu des articles.

Chez le *R. Raphanistrum*, il est difficile de considérer une zone de parenchyme très nette à l'extérieur de la zone des faisceaux libéro-ligneux.

Ces faisceaux sont placés sur deux rangs : la première rangée comprend huit faisceaux libéro-ligneux disposés sur une même circonférence; la seconde en comprend également huit, mais ces derniers sont beaucoup plus petits.

La zone des cellules en arcade est rarement sclérifiée; je ne l'ai jamais observée complètement colorée en vert. Les cellules ont leurs parois résistantes, mais se colorent le plus souvent en rouge. L'hypoderme est le plus souvent sclérifié; l'épiderme interne est formé de cellules aplaties aux parois minces.

Chaque faisceau libéro-ligneux comprend à l'extérieur et à l'intérieur une assise de collenchyme.

2° *R. MARITIMUS*

Dans les siliques de *R. maritimus*, les faisceaux libéro-ligneux

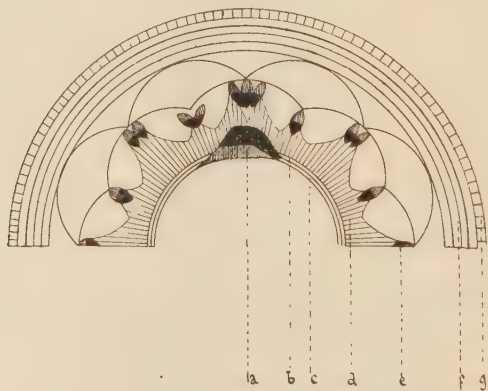


Fig. 109. — Schéma d'une coupe de silique de *R. maritimus*.
a, faisceau libéro-ligneux du placenta; — *b*, hypoderme; — *c*, épiderme interne; — *d*, assise en arcades; — *e*, assise des faisceaux libéro-ligneux; — *f*, parenchyme externe; — *g*, épiderme externe.

sont plus internes. Ils sont séparés de l'épiderme externe par une épaisse couche de parenchyme à cellules irrégulières. Ces fais-

ceaux sont encore disposés sur deux rangs, mais ils ont une tendance à se diviser transversalement en deux ou en trois faisceaux secondaires, ce qui porte leur nombre à 12 pour les petits faisceaux et à 16 pour les gros, en moyenne.

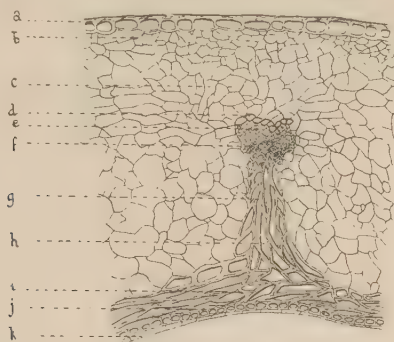


Fig. 110. — Coupe dans la partie la plus globuleuse d'un article de silique de *R. maritimus*.
a, épiderme externe; — *b*, parenchyme à petites cellules; — *c*, parenchyme à grandes cellules; — *d*, collenchyme; — *e*, liber; — *f*, bois; — *g*, *h*, *i*, arcade sclérifiée; — *j*, hypoderme sclérifié; — *k*, épiderme interne mince.

L'assise en arcade est nettement sclérifiée. On trouve encore du collenchyme au-dessus des faisceaux libéro-ligneux, mais il n'y a plus en dessous que du sclérenchyme. L'hypoderme est entouré d'une assise de cellules aplaties, fortement sclérifiées; l'épiderme interne est toujours mince.

3° *R. LANDRA*

Les siliques de *R. Landra* sont caractérisées par des méats disposés en face de chaque gros faisceau libéro-ligneux.

Comme dans les deux espèces précédentes, on trouve 8 gros faisceaux, 12 moyens, mais en plus 4 petits disposés sur une circonférence intérieure.

L'assise en arcade n'est ni sclérifiée ni subérisée, ses cellules ont le même aspect que celles du parenchyme extérieur. Seules la forme allongée des cellules et surtout leur disposition permettent de la distinguer.

Comme dans toutes les espèces du groupe, l'hypoderme est sclérifié ou subérisé.

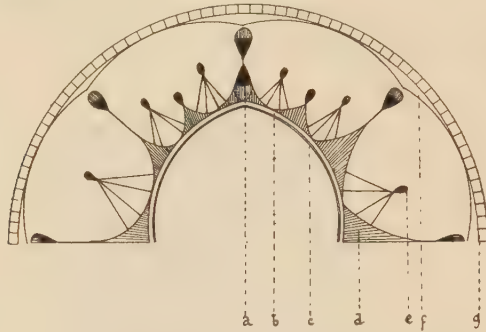


Fig. 111. — Schéma d'une coupe de silique de *R. Landra*.

a, origine du placenta; — *b*, hypoderme; — *c*, épiderme interne; — *d*, zone en arcades aux parois non épaissies; — *e*, petits faisceaux libéro-ligneux; — *f*, parenchyme; — *g*, épiderme externe.

Au-dessus des faisceaux libéro-ligneux on trouve encore du collenchyme; je n'en ai pas observé en dessous.



Fig. 112. — Coupe dans la partie la plus globuleuse d'une silique de *R. Landra*.

a, épiderme externe; — *b*, méat; — *c*, parenchyme; — *d*, gros faisceau libéro-ligneux; — *e*, bois; — *f*, petit faisceau libéro-ligneux; — *g*, zone en arcade; — *h*, parenchyme interne; — *i*, hypoderme; — *j*, épiderme interne.

B) SECTION RAPHANIS

Nous avons déjà étudié la structure des siliques de *R. sativus* et celle de *R. acanthiformis*; il nous reste à étudier celle de *R. caudatus*.

R. CAUDATUS

La structure des siliques de *R. caudatus* diffère de celle que nous venons de décrire dans la section *Raphanistrum* par les caractères suivants :

1^o Présence d'une assise de parenchyme à petites cellules à l'extérieur de la zone des faisceaux libéro-ligneux;

2^o Faisceaux libéro-ligneux disposés sur une seule circonférence. Ces faisceaux ne sont jamais réunis par des arcades de cellules;

3^o Épiderme interne subérisé ou sclérifié;

4^o Hypoderme mince;

5^o Cavité interne biloculaire.

Cette structure diffère de celle de *R. sativus* :

1^o Par l'absence de parenchyme entre la zone externe et celle des faisceaux libéro-ligneux;

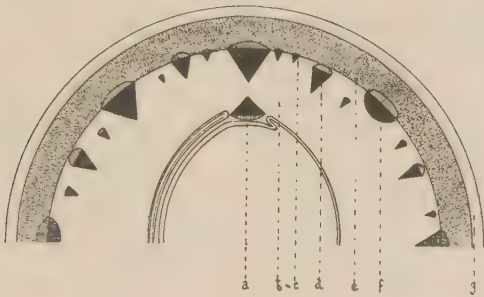


Fig. 113. — Schéma d'une coupe de silique de *R. caudatus*.

a, origine du placenta; — *b*, parenchyme; — *c*, petit faisceau libéro-ligneux; — *d*, gros faisceaux libéro-ligneux; — *e*, parenchyme externe; — *f*, faisceau libéro-ligneux; — *g*, épiderme externe.

2^o Par le nombre variable des faisceaux libéro-ligneux qui peut atteindre 34 et 35;

3^o Par la disposition irrégulière et sur plusieurs plans de ces faisceaux;

4^o Par la présence de gros faisceaux arrondis situés près de l'épiderme externe.

L'espèce *R. caudatus*, voisine de *R. sativus*, mérite donc bien

de conserver une existence séparée; ses rapports avec *R. sativus* font mieux ressortir les différences très grandes qui séparent *R. sativus* de *R. Raphanistrum*.

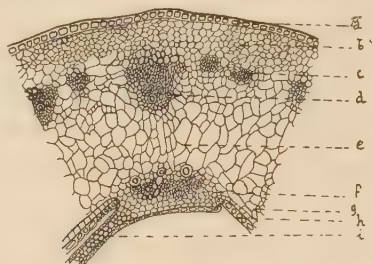


Fig. 114. — Coupe dans une silique de *R. caudatus*.

a, épiderme externe; — *b*, assise de parenchyme à petites cellules; — *c*, petit faisceau libéro-ligneux; — *d*, gros faisceau libéro-ligneux; — *e*, parenchyme; — *f*, collenchyme; — *g*, hypodérme; — *h*, épiderme interne; — *i*, fausse cloison.

L'étude systématique que nous venons de faire rend donc assez difficile l'hypothèse qui considère le *Raphanus sativus* comme dérivant du *Raphanus Raphanistrum*, mais elle ne peut avoir la valeur d'une expérience, aussi ne pouvons-nous conclure actuellement. Néanmoins, dès maintenant nous pouvons faire observer que le *Raphanus Raphanistrum*, n'existant pas en Chine, ne peut être considéré comme l'ancêtre des Radis chinois.

Le genre *Raphanus* comprend beaucoup d'espèces cultivées, rien ne prouve qu'elles dérivent les unes des autres.

Le *Raphanus caudatus*, cultivé pour ses siliques, est originaire de Java.

Le *Raphanus Landra*, cultivé pour ses racines, est originaire de la région méditerranéenne.

Nous avons démontré qu'on devait considérer les Radis japonais comme originaires du Japon et de la Chine et nous en avons fait une espèce distincte, le *Raphanus acanthiformis* MOREL ou le *Raphanus sativus forma Raphanistroides* de MAKINO. Il n'y aurait plus qu'à préciser l'origine des Radis européens et chinois. On m'a affirmé qu'en Chine nos radis français dégénérent très vite. La plante sauvage qui aurait donné naissance à cette deuxième catégorie de Radis cultivés a dû par conséquent

avoir une aire de dispersion assez étendue. Elle se serait adaptée à la longue aux différents climats après de nombreuses générations.

Par ses caractères, le vrai *Raphanus sativus* semble dériver d'une forme particulière à siliques globuleuses. DE CANDOLLE (1) rapporte que LEDEBOUR (2) avait vu un échantillon recueilli près du mont Ararat, qu'il en avait vérifié l'espèce en en semant les graines et qu'elle correspondait bien à *Raphanus sativus*. DE CANDOLLE rapporte encore que M. BÜHSE l'a rencontré sur les monts Ssahend au midi du Caucase. Nous pouvons donc jusqu'à présent adopter la conclusion de ce grand botaniste en la modifiant un peu, et dire que le *Raphanus sativus* vrai LIN. serait originaire de l'Asie occidentale entre la Palestine, l'Anatolie et le Caucase, peut-être même de la Grèce. La culture l'aurait répandu à l'est jusque vers la Chine méridionale et le Tonkin, à l'ouest, dans toute l'Europe, depuis les temps les plus reculés. La plante aurait passé de la Grèce à l'Italie puis à l'Allemagne et à la France d'un côté, et du Caucase à l'Inde et à la Chine de l'autre. La culture aurait fixé des caractères acquis par le tubercule, caractères qui dégénèrent quand on retire la plante du milieu dans lequel elle les aurait acquis.

Peut-être en cultivant *Raphanus Raphanistrum*, pourrait-on le transformer en plante comestible. L'important serait de savoir s'il est possible de le modifier au point d'en faire un *Raphanus sativus*; les recherches de la seconde partie de ce travail vont répondre à cette question.

(1) *Origine des plantes cultivées*, p. 23 à 26.

(2) LEDEBOUR, *Fl. ross.*, I, p. 225.



DEUXIÈME PARTIE

RECHERCHES BIOLOGIQUES

CHAPITRE I

ESSAIS D'AMÉLIORATION DU *RAPHANUS RAPHANISTRUM*

L'étude historique de la question nous a montré que dès le seizième siècle au moins, pour ne parler que des travaux ayant une précision scientifique indiscutable, il existait dans les cultures européennes deux plantes voisines et distinctes décrites sous les noms respectifs de Radis cultivé et de Radis sauvage, *Raphanus sativus* LIN. et *Raphanus Raphanistrum* LIN.

Nous venons de voir par notre étude botanique qu'elles sont suffisamment distinctes pour conserver leur caractère d'espèce séparée. Des recherches physiologiques et biologiques pourraient-elles modifier cette manière de voir? Par des expériences bien conduites peut-on arriver à transformer le Radis sauvage en Radis cultivé?

A priori la chose semblerait logique et elle serait très séduisante au point de vue évolutionniste. Voir devant soi une espèce linnéenne se transformer en une autre parfaitement distincte, ce serait vérifier, au moins sur un petit exemple, la théorie transformiste encore discutée. Le fait ne manquerait pas d'intérêt, car jusqu'ici les expériences de ce genre ont souvent par leurs résultats négatifs découragé les chercheurs.

Sur le point précis qui nous occupe les travaux longs et con-

scientifiques de CARRIÈRE, décrits en 1869 à la Société d'Horticulture, pouvaient faire espérer un résultat moins décourageant. Avant d'exposer mes recherches personnelles, il m'a paru indispensable de donner d'abord un résumé fidèle de ce qui avait été tenté par ce distingué chef des cultures du Muséum, à la fin du siècle dernier.

EXPOSÉ DES EXPÉRIENCES DE CARRIÈRE (1)

Vers l'année 1864, CARRIÈRE, frappé de la ressemblance qui existait entre *R. sativus* et *R. Raphanistrum*, eut l'idée de cultiver ce dernier dans l'espoir de le transformer plus ou moins en *R. sativus*. Il n'espérait pas, du reste, une transformation complète, mais une indication sur l'origine de la plante cultivée qui nous occupe.

Il nous dit, en effet, dans l'introduction de son mémoire :

Il n'en est pas de ces expériences comme de celles qui ont pour base des éléments bien connus à l'avance. En culture, les éléments qui servent de point de départ ne sont jamais absolument semblables, deux plantes ne pouvant être identiques. Aussi ne doit-on chercher dans les essais de ce genre que des équivalents ou des analogies, sorte d'alphabet symbolique dont il faut apprendre la signification.



(Cliché offert par la
Librairie agricole.)

Fig. 115. — Silique
de *R. Raphanis-
trum* amélioré
par Carrière.

Cet aveu, qui renferme une certaine part de vérité, nous permet de conclure qu'il est facile en culture d'observer des faits, mais qu'il est souvent beaucoup plus difficile de les analyser. Des causes différentes peuvent produire des faits comparables, une erreur de clef dans l'alphabet symbolique suffit pour détruire souvent

(1) *Bulletin de la Société d'Horticulture*, année 1869, p. 257 à 267 et 329 à 334; *Origine des plantes cultivées*, de DE CANDOLLE; *Revue Horticole*, Notes de CARRIÈRE, année 1872, p. 143; année 1872, p. 211; année 1873, p. 173; année 1879, p. 341.

bien des théories. Un fait est un fait, mais l'interprétation d'un fait est toujours discutable, surtout en biologie.

En quatre générations, c'est-à-dire en cinq ans, CARRIÈRE obtint, en partant de graines de *Raphanus Raphanistrum*, des plantes très voisines de *Raphanus sativus*. Les fleurs sont changées, le port de la plante est transformé et, ce qui est le plus extraordinaire, les fruits sont de tous points différents du type primitif. Les racines sont colorées, renflées de matières nutritives, assez voisines de celles du Radis cultivé (fig. 116 et 117).

Le tableau suivant résume les principaux caractères des plantes améliorées. Leurs tubercules pèsent de 68 à 651 grammes; leur longueur atteint 45 centimètres et leur diamètre 13 centimètres.

Tableau des caractères des plantes obtenues par Carrière.

NUMÉROS	COULEUR	POIDS	DIAMÈTRE	LONGUEUR	OBSERVATIONS
		gr.	cm.	cm.	
3	Blanche	22			Coriace, non mangeable.
6	Blanche, légèrement violacée	345	6	45	
4	Rose et vermillonnée vers le sommet	445	9	40	Ressemble aux Radis de Chine.
7	Blanc, violacé près du collet	201	7	25	
5	Violet-noir, comme veiné	145	7	22	Peau fine très mince.
8	Beau rose	68	6	12	
9	Rose brique	625	13	26	Peau rugueuse.
10	Blanche	651	10	32	Forme de navet.
11	Noir-marron	87	6	27	Très tendre.

Caractères communs. { Fleurs blanches, rose violacé ou jaunes;
 — unicolores, souvent striées;
 Siliques variables de dimension et de forme, penchées, parfois dressées, quelquefois très fortes, presque aussi longues que celles des Radis de Madras.

Le fait le plus surprenant est d'obtenir ce résultat quel-

quefois dès la première année. Dans un article de la *Revue*



(Clichés offerts gracieusement par la Librairie agricole, 22, rue Jacob.)

Fig. 116. — Reproduction de la figure n° 45 d'un Radis sauvage amélioré par Carrière (racine blanche, long 0^m 32, diamètre 0^m 10, poids 651 gr.).

Fig. 117. — Reproduction de la figure n° 38 d'un Radis sauvage amélioré par Carrière (racine blanche légèrement violacée, long. 0^m 45, diamètre 0^m 06, poids 345 gr.).

Horticole de 1872 (p. 24) intitulé : « A nos contradicteurs à propos des Raphanodes », il est dit :

Dans un premier semis fait en septembre 1869 avec des graines de *R. Raphanistrum* récoltées à l'état tout à fait sauvage, nous avons remar-

qué une plante dont les feuilles étaient glabres, glaucescentes et légèrement dressées; sa racine principale, sensiblement renflée, peu ramifiée, était légèrement colorée. Mis en pot pendant l'hiver, ce pied fut planté au printemps 1870. Il fleurit et produisit des siliques énormes, assez semblables à celles des Radis cultivés. D'autre part, ces siliques, d'une nature spongieuse, très tendres et qui laissaient sortir les graines sans difficulté, restaient adhérentes au pédoncule de la plante mère, ce qui n'a jamais lieu chez le *R. Raphanistrum*.

Pour arriver à ces résultats surprenants, l'expérimentateur semait des graines de *R. Raphanistrum* à l'automne afin que les plantes ne fleurissent pas avant l'hiver. Il choisissait les plus grosses racines et les faisait passer l'hiver à l'abri de la gelée. Au printemps les plantes étaient remises en pleine terre et les graines obtenues sur ces plantes étaient semées à l'automne et ainsi de suite.

L'auteur fait néanmoins observer qu'il y a :

Des plantes hâtives donnant promptement des individus modifiés qui se fixent très vite, et qu'il en est d'autres qui conservent pendant longtemps le caractère sauvage et qui ne s'améliorent que très difficilement. C'est une question d'individualité que seule l'observation apprend à connaître.

Il recommande également de semer très clair, surtout quand les plantes ne sont pas fixées, pour que l'air puisse circuler autour des plantes, et nous sommes prévenus que cette précaution est « une condition de réussite dans la culture des Raphanodes ».

Poursuivies dans deux endroits différents, ces expériences donnèrent des résultats analogues, mais non absolument semblables. A Paris, dans un sol léger, on obtenait des racines blanches ou roses, longues et napiformes; à la campagne, dans une terre argilo-calcaire, les racines obtenues étaient brunes, violettes, noires et de formes différentes.

Notons enfin, pour terminer cet exposé, que le nombre des plantes transformées était peu considérable par rapport au nombre de plantes soumises à l'expérience et qu'un pied amélioré à fleurs blanches donnait toujours un mélange de plantes

sauvages à fleurs jaunes et de plantes améliorées à fleurs blanches.

EXPÉRIENCES PERSONNELLES SUR L'AMÉLIORATION DU *R. RAPHANISTRUM*

1° PLANTES AUTOFÉCONDÉES

Les expériences si décisives de CARRIÈRE et d'HOFFMANN (1), à cause de leur importance scientifique, méritaient d'être contrôlées en se mettant à l'abri de l'hybridation. Ces auteurs ont transformé le *R. Raphanistrum* en une plante voisine du *R. sativus*; c'est un fait, mais rien ne démontre qu'ils n'avaient pas été aidés dans leur amélioration par quelques grains de pollen provenant de *R. sativus*.

Pour diminuer les causes d'erreur dans une question aussi importante, j'ai voulu l'étudier dans son ensemble, ce qui m'a conduit aux quatre groupes d'expériences suivantes :

1° Amélioration de plantes de *Raphanus Raphanistrum* autofécondées ou fécondées par du pollen de *R. Raphanistrum* pur;

2° Amélioration de *Raphanus Raphanistrum* cultivés dans des conditions analogues, mais non autofécondés (Expériences de CARRIÈRE faites exactement dans les conditions de l'auteur);

3° Synthèse des Raphanodes de CARRIÈRE par hybridation méthodique des pieds de *R. Raphanistrum* par *R. sativus*;

4° Essai de dégénérescence de *R. sativus* autofécondés, et non autofécondés.

AMÉLIORATION DE *R. RAPHANISTRUM* AUTOFÉCONDÉ

Dès le mois de juillet 1911, sur les conseils de M. GRIFFON, je me mis à la recherche de graines de *Raphanus Raphanistrum* aussi pures que possible.

(1) *Sur une Variation remarquable*, par HOFFMANN, professeur de botanique à l'Université de Giessen (*Revue Horticole*, 1875, p. 173; *Botan. Zeitung*, 28 févr. 1873).

Pour cela je fis venir des plants du Berry (environs de Valençay, commune de Varennes, Indre) et M. PICHENAUD eut l'obligeance d'aller en récolter lui-même en Limousin.

Un premier lot était formé de petites plantules arrachées en plein champ.

Un deuxième et un troisième lot provenaient de graines récoltées sur place et semées à Grignon à la fin d'août.

L'ensemble formait une collection de plus de 300 pieds qui furent cultivés avec soin.

Vers la fin d'octobre 1911 nous arrachions toutes nos Ravenelles (*R. Raphanistrum*) et après avoir supprimé les individus chétifs nous conservions :

9 grosses racines du premier semis;

12 grosses racines du deuxième semis et 45 racines ordinaires; puis 9 grosses racines provenant de semis naturel;

Et 47 racines ordinaires de même origine.

Cette première année, pour faciliter les recherches ultérieures, nous n'avions choisi que des Ravenelles jaunes. Nous avons donc ainsi 112 pieds de Ravenelles avec un proportion de 30 grosses racines, ce qui nous donnait déjà une moyenne d'environ 26 plantes sur 100 qui semblaient s'améliorer. Ces racines furent photographiées une première fois en octobre 1911 au moment où nous les hivernions. La figure ci-jointe représente trois jeunes pieds de *Raphanus Raphanistrum* de trois grosseurs différentes après deux mois de culture (fig. 118).

La plante n° 1 avait une racine trois fois plus forte que la plante n° 2. La photographie est réduite au quart de grandeur naturelle.

Avant la floraison les racines étaient restées ligneuses, mais leur volume s'était considérablement accru.

La figure 119 donne l'aspect que présentait l'ensemble de nos grosses racines que nous avions numérotées avec soin en partant du n° 200. Leur poids variait entre 5 et 65 grammes. A titre de renseignement, le n° 1 de la figure pesait 10 grammes; le n° 2, 20 grammes; le n° 3, 65 grammes, le n° 4, 35 grammes, et le n° 5, 30 grammes.



Fig. 118. — Jeunes plantes de *R. Raphanistrum* après deux mois de culture (1911).



Fig. 119. — Grosses racines de *R. Raphanistrum* (printemps 1912).

Tous les autres pieds avaient des formes et des poids très comparables.

Le 11 mars 1912, tous ces pieds furent repiqués en pleine terre dans le jardin de l'École. 14 nouvelles plantes trouvées à Grignon s'ajoutèrent à la collection, ce qui porta à 126 le nombre des Ravenelles soumises à l'expérience.

Ces pieds, plantés sur 14 rangs, étaient distants d'environ 50 centimètres. Les rangs, comprenant chacun 9 pieds, étaient séparés par des allées de 75 centimètres.

Il était donc très facile de tourner autour des plantes, de les surveiller et de les isoler.



Fig. 120. — Champ d'expériences en 1912.

Ces plantes fleurirent dès les premiers jours de mai 1912. Toutes les fleurs étaient jaunes, les unes unicolores, les autres striées de marron.

Les n^{os} 201, 202, 203, 204, 205, 206, 211, 217, 212, 213, 215,

214, 216, 218, 219, 220, 270, 263, 280, 271, 278, 277, 268, 265, 273, 293, 264 et 284 furent suivis de très près.



Fig. 121. — Comparaison d'une Ravenelle et d'un hybride semés le même jour et photographiés au moment de la pleine floraison.

Les fleurs les plus belles furent isolées dans des petits sacs de percale fine attachés avec du raphia.

Lorsque la fécondation ne s'opérait pas naturellement, nous l'opérons artificiellement avec du pollen pris à d'autres fleurs de la même plante.

Après de nombreuses fécondations successives nous obtenions, vers le mois d'août 1912, 190 graines de Ravenelles dont nous pouvions, autant que la chose est possible, certifier la pureté.

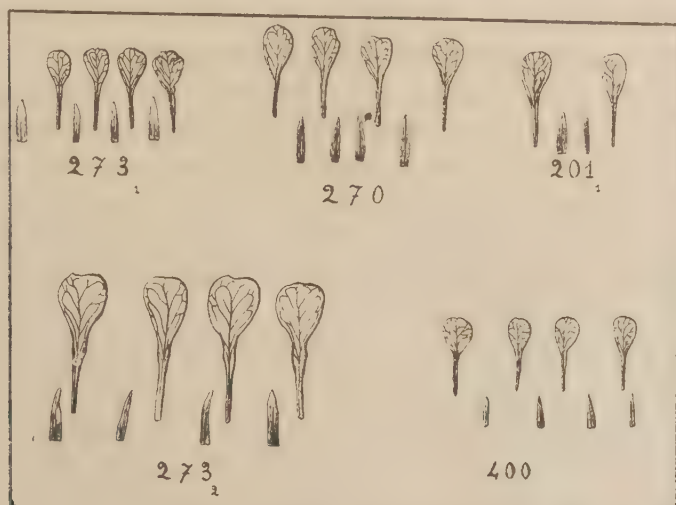


Fig. 122. — Tableau d'empreintes de pétales.

Pétales de Ravenelles nos 273, 270 et 202, première génération; — pétales de Ravenelles no 273, deuxième génération; — pétales de la plante no 400.

M. GRIFFON et M. PICHENAUD avaient depuis de longues années expérimenté les petits sacs de percale fine et jamais ils n'avaient constaté le passage de grains de pollen à travers le mince réseau du tissu. Les nombreux essais d'hybridation que je décrirai dans la suite, ne m'ont pas donné une seule erreur sur plusieurs milliers de fleurs isolées. Il semble donc que le procédé soit pratiquement suffisant pour protéger les jeunes stigmates des fleurs contre le pollen étranger.

Vers la fin de juin le champ présentant un aspect très particulier; chaque plante était coiffée de plusieurs petits chapeaux blancs. Une photographie prise à cette époque donne une idée de la conduite des expériences à ce moment-là (fig. 120).

Pour identifier chaque individu nous avons pris en photographie les empreintes des pétales et des sépales.

Le no 270, entre autres, avait la corolle jaune pâle veinée, le calice vert presque glabre.

Le n° 202 avait les pétales veinés de marron très légèrement ; le calice, un peu teinté de rougeâtre à la base, mais très faiblement.

Je n'indique que ces trois photographies, les autres pieds n'ayant pas été suivis à la troisième génération.

Les 190 graines autofécondées furent semées sur couche, les pieds les plus vigoureux furent repiqués en pots pour être hivernés. Nous n'avions conservé que 22 plantes sélectionnées, les autres n'étaient pas assez fortes pour faire espérer une amélioration possible. Le 9 novembre 1911, il nous restait donc 1 pied de 201, 205, 212, 202, 263, 265, 270, 278, 280, 284 ; 2 pieds de 277, et 10 pieds de 273.

Au mois de février 10 pieds furent plantés en pleine terre et y gelèrent.

Les 12 pieds restant, conservés en serre, étaient très vigoureux et ne furent repiqués qu'en mars 1913 dans un terrain très abrité. Chaque pied était séparé du suivant par un intervalle de 50 centimètres et à titre de comparaison nous avons repiqué, le même jour, dans le même terrain, des hybrides de Ravenelles par Radis nos 46 et 17, que nous avons semés à la fin de septembre 1912 et hivernés près des Ravenelles autofécondées.

Le terrain défoncé, fumé de fumier de poulailler, était façonné et bien arrosé. Les 12 plantes s'y développèrent à merveille, mais beaucoup moins que les hybrides, leurs voisins.

La photographie (fig. 121) permet de se rendre compte de la différence. Elle fut prise au mois de juin 1913 ; tous les pieds étaient en pleines fleurs. A droite de la plaque, deux pieds provenant de l'hybridation d'une Ravenelle par Radis n° 46 et Radis n° 17. A gauche, une Ravenelle autofécondée, semée le même jour et cultivée dans le même terrain. Sur le côté à gauche, trois cages pour isoler les plantes contre le pollen étranger. La photographie est prise dans un jardin entouré de bâtiments et exposé au midi :

Un certain nombre de pieds de *Raphanus Raphanistrum* étaient déjà isolés, mais tous avaient des fleurs jaunes et aucun n'a donné de variation très importante. La culture avait développé

davantage les feuilles; les fleurs avaient des pétales plus larges; deux siliques étaient un peu plus grosses que les siliques de *Raphanistrum* ordinaire mais aussi dures et se détachant en articles.

Les racines étaient un peu épaissies mais toujours ligneuses et dures. Leur forme avait été un peu modifiée par le repiquage ce qui explique le chevelu arrondi des photographies.

La figure 123 donne une idée des racines de ravenelles de

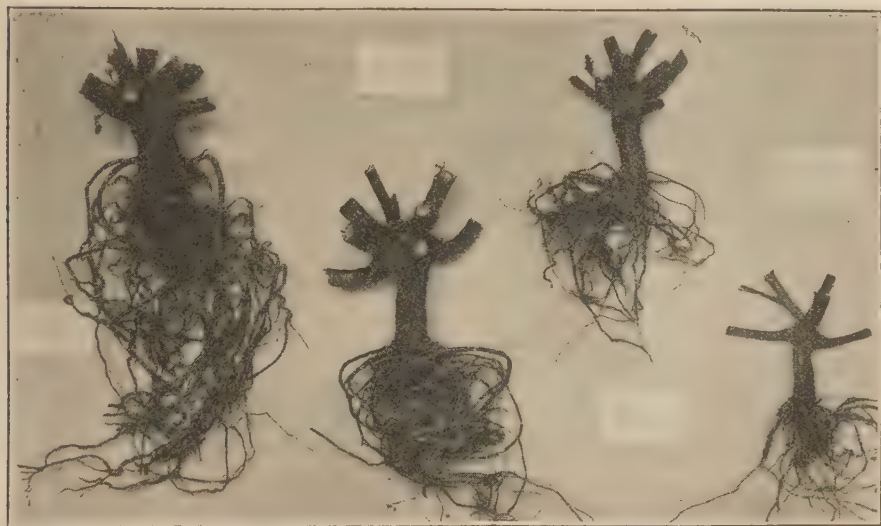


Fig. 123. — Racines de Ravenelles nos 273, 270 et 202, deuxième génération.

deuxième génération. Ces quatre pieds étaient beaucoup plus gros que les autres, nous les avons seuls conservés et photographiés le 21 juillet 1913.

Cette année 1913, au lieu d'autoféconder quelques fleurs sur une plante, j'ai essayé d'isoler toute la plante. Pour cela, j'ai fait construire de grandes cages qui seront décrites d'une façon complète dans la suite du travail à la fin du chapitre des hybridations.

On arrosait les plantes, sans ouvrir le couvercle, à travers les parois de percale. Quatre ou cinq fois, pour surveiller la végétation, j'ouvris avec précaution la cage, très rapidement, en

choisissant des jours très calmes afin d'éviter autant que possible l'apport de pollen étranger pendant ces courts espaces de temps. Les plantes se sont fort bien développées. Leur taille atteignit 1 mètre de hauteur: elles nous donnèrent plusieurs siliques dont les graines recueillies avec soin furent semées fin août 1913.

Il est à remarquer que les fleurs autofécondées donnent beaucoup plus difficilement des fruits que les fleurs fécondées naturellement ou même que les fleurs de Ravenelles hybridées par *R. sativus*.

J'observe ce fait depuis deux ans et il se vérifie très facilement. Alors qu'un pied de Ravenelle donne naturellement des milliers de siliques, mes pieds isolés ne m'en donnèrent que quelques dizaines. Les hybridations donnent des pourcentages un peu moins élevés, mais dépassant en moyenne 50 %, atteignant souvent 90 et même 100 %.

*Troisième génération de Ravenelles cultivées
et autofécondées.*

Semées en serre, les graines de Ravenelles donnèrent 14 plantes; repiquées sur couche, le 3 octobre 1913, elles ont donné :

Le n° 270 : 6 plantes;

Le n° 202 : 3 —

Le n° 273 : 5 —

Elles furent hivernées sous châssis.

Le 22 février 1914 les Ravenelles de troisième génération provenant des n°s 202, 270 et 273 furent arrachées et photographiées. La figure ci-après représente trois plantes choisies parmi les plus grosses.

Aucune ne présente trace d'amélioration, les racines ont repris leur forme allongée, leur couleur est toujours blanche, elles sont toujours ligneuses.

Au contraire, une Ravenelle fécondée par un petit Radis rose

n° 5, dont les graines avaient été semées le même jour que les plantes précédemment décrites, avait une racine tubéreuse et teintée de rouge à sa partie supérieure. Comme point de comparaison, nous avons photographié sur une même plaque l'hybride et deux plantes autofécondées.

D'après tout ce que nous venons de dire, il nous a été impos-



Fig. 124. — Ravenelles de troisième génération (1,114).

sible, malgré tous nos efforts, d'obtenir par la culture une transformation du *R. Raphanistrum* comparable à celle décrite par CARRIÈRE et HOFFMANN.

Quand il s'agit d'un résultat négatif, il est difficile d'en tirer une conclusion qui puisse infirmer des déductions de grands savants comme HOFFMANN et d'illustres praticiens comme CARRIÈRE, aussi nous continuons la discussion.

Il était intéressant néanmoins de constater que des plantes de *R. Raphanistrum* mises à l'abri de pollen étranger n'ont subi aucune variation après trois générations. Nous allons voir maintenant que les mêmes plantes, cultivées dans le même terrain,

peuvent donner des plantes transformées, telles que CARRIÈRE en a obtenues.

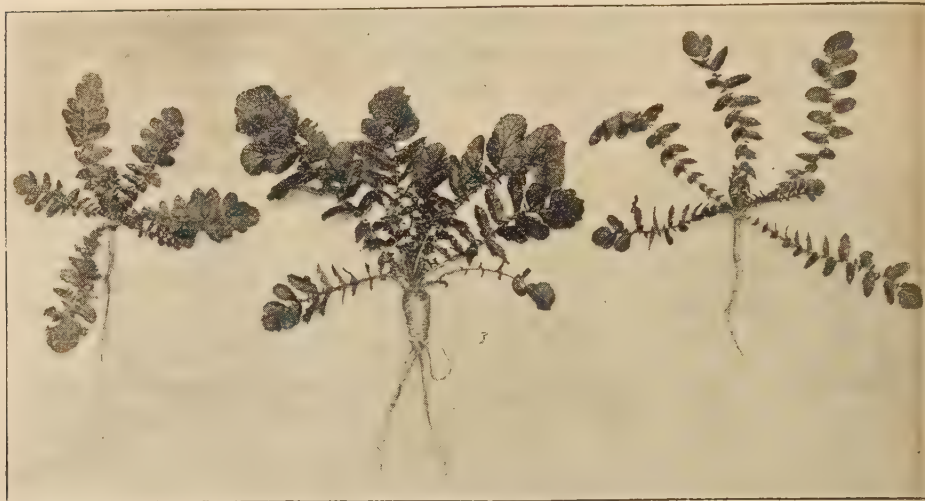


Fig. 125. — Comparaison des Ravenelles autofécondées de troisième génération avec un plant hybride (première génération).

Il suffit uniquement pour cela de ne pas isoler les fleurs, ce qui rend possible l'hybridation.

2° HYBRIDES NATURELS

PLANTES SPONTANÉES PROVENANT DU CHAMP DE RAVENELLES

Au mois de mars 1912 nous repiquions au verger, dans l'emplacement photographié (fig. 121), les Ravenelles du semis 1911 rendues bisannuelles par la culture.

Les pieds de *Raphanus Raphanistrum*, au nombre d'environ 120, étaient plantés près d'une collection complète de Radis cultivés; nous les conservions : 1° pour essayer d'améliorer l'espèce comme nous venons de l'expliquer; 2° pour étudier les variations d'un pied à l'autre; 3° pour servir aux hybridations que nous, décrirons bientôt.

Les siliques provenant d'autofécondations et d'hybridations surveillées avec soin avaient été récoltées au moment de la maturité. Un certain nombre de siliques naturelles avaient été recueillies pour les études morphologiques; les autres étaient abandonnées sur le sol; je ne pensais pas avoir à m'en occuper dans la suite.

Or, le 13 octobre, nous constatons qu'au milieu de nombreuses Ravenelles typiques provenant de ce semis naturel, 30 pieds présentaient un aspect nettement différent.

J'eus l'idée de cultiver avec soin ces 30 pieds, de les arroser et de les fumer avec du purin et d'étudier en détail les plantes qui me sembleraient les plus intéressantes.

Un pied, suivi plus tard sous le n° 400, avait de grosses racines violettes. Ses feuilles nombreuses, velues, toutes à la base, avaient les pétioles violacés, les folioles dentées imbriquées les unes sur les autres. Chaque feuille avait environ sept paires de folioles.

Un deuxième pied, suivi plus tard sous le n° 401, avait également les feuilles toutes à la base, très nombreuses, mais dont les folioles étaient à peine imbriquées et très légèrement velues. Le tubercule était rose au sommet puis blanc. Sa forme et sa grosseur rappelaient les raiforts cultivés dans la Haute-Loire comme plantes fourragères.

Les Radis longs noirs n'étaient guère plus gros à la même époque.

Un troisième pied, suivi depuis sous le n° 402, avait les feuilles très nombreuses, à nombreuses folioles et au pétiole légèrement teinté. Sa racine était blanche, assez développée, sans dépasser toutefois le maximum des racines de *R. Raphanistrum*.

Un certain nombre d'autres pieds avaient des racines violettes ou noires; plus jeunes que les premiers, ils ne se développèrent pas.

Les autres fleurirent dès le mois d'octobre; leurs corolles jaunes, unicolores, leurs sépales verts, teintés de lilas, leur tige dressée, malgré les nombreuses feuilles de la base, permirent de les identifier avec des *R. Raphanistrum* ordinaires. Je ne les ai pas suivis.

Il ne me restait donc à surveiller que les 3 pieds : 400, 401, 402.

Après avoir façonné la terre dans le voisinage des 3 plantes, on les arrosa deux fois de purin mélangé d'eau et de temps en temps avec de l'eau.

Pour éviter les gelées toujours possibles fin octobre à Grignon,



Fig. 125. — Pollen du n° 400.

chaque plante fut recouverte d'une cloche de verre posée sur trois pieds de bois, afin de permettre à l'air de circuler autour de chaque pied.

Enfin, le 12 novembre, elles ont été arrachées avec précaution, photographiées et replantées dans de grands pots de terre, puis mises en serre pour passer l'hiver.

Les tubercules des nos 400 et 401 étaient roses et rose violacé, l'extrémité blanche; celui du n° 402 était blanc et ressemblait à une belle Ravenelle (*Raphanus Raphanistrum*).

Par leur poids, leur couleur, leur forme, ces trois plantes me faisaient penser aux Raphadodes de CARRIÈRE; il s'agissait de les suivre, d'en étudier les fleurs, les fruits et les descendants.

Dès la deuxième génération, après dix-sept mois de culture, j'obtenais des plantes très éloignées du type *R. Raphanistrum*, à racines tubérisées colorées, à feuilles de Radis. Les deux premières surtout (fig. 127 et 128) ressemblaient beaucoup à un pied de Radis dégénéré obtenu dans un semis de Radis n° 17 dont les graines provenaient de chez M. DE VILMORIN (fig. 130).

(Le Radis n° 17 est un Radis à forcer demi-long rose à bout

blanc). Cette plante avait des feuilles nombreuses se rapprochant de celles des *R. Raphanistrum*, une racine volumineuse blanche à collet légèrement rosé.

Elle fut photographiée le 18 octobre 1911, cultivée en pot elle



Fig. 127. — Photographie du n° 400.

donna des fleurs blanc rosé. Mais il ne fut pas possible d'obtenir des graines autofécondées. Néanmoins, l'analogie des plantes d'origine différente me fit émettre l'hypothèse que les trois premières devaient être des hybrides de *Raphanus Raphanistrum*

par *Raphanus sativus* et que la quatrième était au contraire un hybride de *Raphanus sativus* par *Raphanus Raphanistrum*.



Fig. 128. — Racine du n° 401.

L'hypothèse ne pouvait être démontrée pour cette quatrième plante puisqu'elle était morte sans laisser de graines, mais j'espérais être plus heureuse avec les trois premières.

Au moment où elles furent photographiées, le 12 novembre 1912, leurs dimensions étaient les suivantes :

NUMÉROS	POIDS	LONGUEUR	CIRCONFÉRENCE au plus gros diamètre
	kilogrammes	mètres	mètres
400	0,650	0,42	0,13
401	0,360	0,33	0,16
402	0,165	0,44	0,05

Ces plantes se développèrent avec une grande vigueur. Isolées

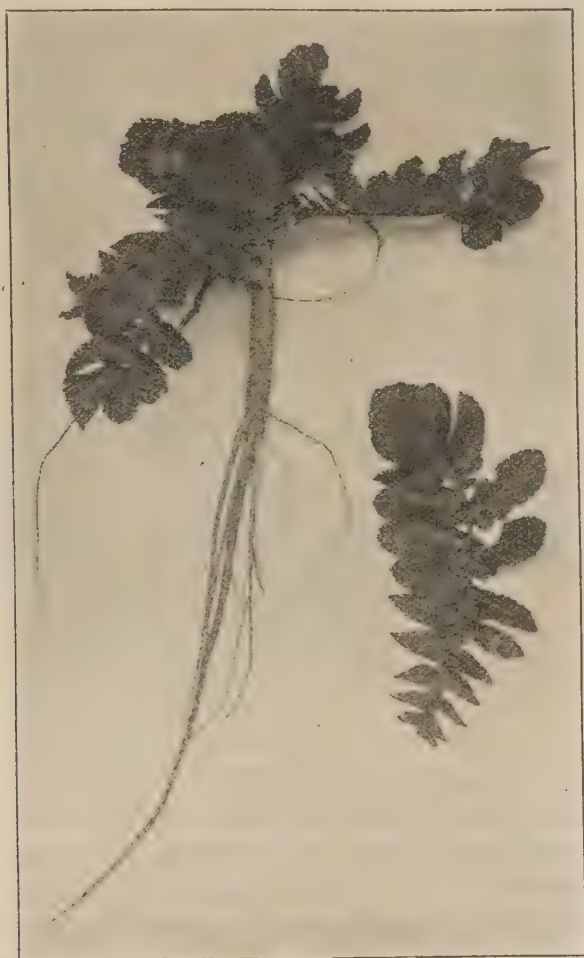


Fig. 129. — Racine du n° 402.

dans trois serres différentes, au milieu de Cypérus, de fougères

ou d'orchidées, elles fleurirent dès la fin de mars. Le 15 avril 1913 le n° 400 comptait plus de vingt mille fleurs.

N'ayant rien à craindre du voisinage des plantes qui l'en-



Fig. 130. — Radis dégénéré provenant d'un semis de Radis n° 17 (18 octobre 1911).

touraient, les fleurs ne furent pas isolées dans la serre, mais il me fut impossible d'obtenir plus de 6 fruits contenant chacun une seule graine.

Les n°s 401 et 402, un mois plus tard, donnèrent davantage de graines; c'est ainsi que nous avons pu en rassembler une centaine sur le n° 402.

Les fleurs de ces trois plantes furent absolument semblables.

Les premières étaient blanches. Une seule sur le n° 400 présentait cette particularité intéressante d'avoir deux pétales jaunes semblables à ceux des Ravenelles (*R. Raphanistrum*) et deux blancs comparables à ceux de *Raphanus sativus*.



Fig. 131. — Photographie du n° 400 le 15 avril 1913 (la plante mesurait 1 m 65).

Les dernières fleurs des trois pieds étaient légèrement colorées de rose, avec des pétales très larges.

Les siliques semblaient intermédiaires entre celles des *Raphanus Raphanistrum* et celles des *Raphanus sativus*. Plus globuleuses que les premières elles en avaient la dureté.

Les photographies suivantes représentent nos trois plantes à deux époques de leur développement. Les trois premières furent faites avant de les repiquer en serre, les trois dernières à la fin de la floraison. Leur pollen était formé de deux sortes de grains : 1° de gros grains analogues à ceux des *R. sativus*

et 2° de petits grains semblables à ceux que nous avons déjà décrits chez des pieds hybrides.

Les graines récoltées sur ces trois pieds furent recueillies avec soin et semées dans un terrain bien préparé. Nous étu-



Fig. 132. — Photographie du n° 401, le 15 avril 1913.

dierons séparément la descendance de chacune de ces plantes.

Les hybrides supposés de deuxième génération furent photographiés en février 1914; ils sont en pleine fleur actuellement.



Fig. 133. — Photographie du n° 402, le 15 avril 1913.



Fig. 134. — Deuxième génération du n° 401.



Fig. 135. — Racines des plantes de deuxième génération du n° 402.

Deuxième génération du n° 400.

Les six graines semées en serre donnèrent 4 pieds bien développés :

a) Un pied entièrement vert présentait l'aspect d'une Ravenelle le premier mois qui suivit le semis. Plus tard les feuilles velues, les fleurs jaunes ne laissèrent aucun doute sur cette appréciation;

b) Le deuxième pied, atrophié, ne se développa pas;

c) Le troisième avait l'aspect d'une petite Ravenelle étiolée;

d) Le quatrième, au contraire, ressemblait à un Radis cultivé: l'axe hypcotylé était violet, les feuilles semblables à celles des Radis. Les deux autres graines n'ont pas levé.

Deuxième génération du n° 401.

Le 3 octobre 1913, sept graines du n° 401 furent semées sur couche. Elles donnèrent sept plantes vigoureuses qui passèrent l'hiver sous châssis. Le 25 février, toutes furent arrachées et trois parmi les plus intéressantes furent photographiées. Toutes ressemblaient aux Ravenelles, aucune n'avait de tubercules colorés.

Tous les pieds ont été repiqués en attendant la floraison, qui aura sans doute lieu au début du printemps (fig. 134).

Deuxième génération du n° 402.

Si la deuxième génération du 401 semble donner des plantes homogènes, il n'en est pas de même de la descendance du n° 402. Sur 8 pieds provenant d'un semis du 3 octobre 1913, 1 pied avait, le 25 février 1914, l'aspect d'un beau Radis blanc. Deux pieds avaient tous les caractères d'un hybride de première génération : racine tubérisée et rose au collet; les cinq autres plantes ne se différenciaient guère des Ravenelles ordinaires, deux néanmoins avaient un collet légèrement coloré.

Le feuillage de ces huit plantes était assez homogène et se rapprochait beaucoup de celui des Radis cultivés (Voir fig. 135).

DISCUSSION

De tout ce qui précède nous pouvons arriver à formuler les hypothèses suivantes :

1^o Les plantes spontanées que nous venons de décrire sont des hybrides de *Raphanus Raphanistrum* par *Raphanus sativus* ou des hybrides de *Raphanus sativus* par *Raphanus Raphanistrum* ;

2^o Ces plantes seraient les homologues des Raphanodes de CARRIÈRE. On les a obtenus à partir des *Raphanus Raphanistrum* au bout d'une seule génération. Leur aspect général, leur forme, leurs fleurs, leurs fruits, sont ceux des Raphanodes décrits par CARRIÈRE.

Leurs racines atteignent des poids comparables à ceux des Raphanodes, leur couleur ressemble à certaines variétés obtenues par CARRIÈRE.

Pour élucider cette question, il est nécessaire de vérifier les hypothèses que nous venons de formuler et pour cela d'essayer de faire la synthèse de ces plantes.

Si l'hypothèse est exacte, on doit pouvoir obtenir, en se servant comme plante mère d'un *Raphanus Raphanistrum*, des hybrides dont la couleur de la racine soit en rapport avec la couleur du Radis dont le pollen a servi aux hybridations.

Un Radis rose devrait donner comme hybride de première génération une plante ayant le collet rose et le bout de la racine blanc. Un Radis noir devrait donner une plante à racine noire à bout blanc et ainsi de suite.

Si les espèces *Raphanus Raphanistrum* et *Raphanus sativus* sont bien distinctes, deux cas peuvent se présenter :

1^o Les hybrides seraient inféconds.

2^o Ils seraient féconds, mais donneraient à la deuxième génération une dissociation de caractères : certaines plantes revenant au type *Raphanus Raphanistrum*, certaines autres plantes reprenant les caractères de *Raphanus sativus*, d'autres conser-

vant au moins pendant quelques générations les caractères de l'hybride.

Les observations faites sur les plantes 400, 401 et 402 permettent de supposer que les hybrides de *R. Raphanistrum* par *R. sativus* sont féconds et qu'ils suivent plus ou moins la loi de MENDEL ou mieux qu'ils répondent aux observations décrites par NAUDIN.

Nous n'avons pas expérimenté un nombre de plantes suffisant pour vérifier ou infirmer la loi mathématique de MENDEL.

Il fallait néanmoins tenter un grand nombre d'hybridations pour voir :

1° Si elles sont possibles, et 2° ce qu'elles produisent dans le cas positif.

Telles sont les recherches qu'il nous reste à décrire et qui ont été commencées dès le mois d'avril 1912 pour se continuer encore actuellement.

CHAPITRE II

HYBRIDATION CHEZ LES RAPHANUS

De nombreux auteurs, cités par M. GRIFFON (1) en 1900, avaient supposé que l'hybridation était impossible entre deux espèces différentes de Crucifères. L'étude des *Raphanus Raphanistrum* améliorés faisait entrevoir le contraire; les essais raisonnés qui vont suivre vont prouver cette dernière hypothèse. L'hybridation entre *R. sativus* et *R. Raphanistrum*, entre *R. Raphanistrum* et *R. Landra* est possible; les hybrides sont féconds, mais ils ont une tendance à se dissocier dès la deuxième génération.

Les recherches entreprises sur cette question peuvent se classer en trois groupes d'expériences :

1^o Essai de croisement entre des genres différents de Crucifères;

2^o Essai de croisement entre *R. Raphanistrum* et *R. sativus*;

3^o Essai de croisement entre les principales variétés de *R. sativus*;

Un essai intéressant a été également tenté entre *R. Landra* et *R. Raphanistrum*.

I. ESSAI DE CROISEMENT ENTRE DES GENRES DIFFÉRENTS DE CRUCIFÈRES

Les premiers essais avaient surtout pour but d'expliquer par des hybridations possibles certaines ressemblances existant entre quelques pieds de *Raphanus* et différents genres voisins. Cette

(1) Article sur l'hybridation (*Dictionnaire Richet*, 1900).

première série d'expériences n'a donné que des résultats négatifs. Ces hybridations furent entreprises dès les premiers jours de mai 1912.

Les fleurs de *R. Raphanistrum* étaient dépouillées de leurs étamines à l'aide de pinces très fines, avant l'ouverture du bouton floral. Une bonne loupe permettait de vérifier qu'aucun grain de pollen n'avait reposé sur le stigmate dont la maturité n'était pas encore complète. Les fleurs dont les étamines étaient presque mûres étaient détruites afin d'éviter toute cause d'erreur.

Ainsi préparée chaque tige florale contenant quatre, cinq, six ou dix fleurs était recouverte d'un petit sac de percale soigneusement lié avec du raphia et abandonnée à elle-même. Un, deux ou même trois jours après, selon les expériences, chaque stigmate était recouvert du pollen qui devait servir à la fécondation; le sac était de nouveau fermé pendant un ou deux jours, époque à laquelle on opérait une nouvelle fécondation, suivie souvent le lendemain d'une troisième application de pollen.

Huit jours après, je regardais si le pistil commençait à se développer. Dans l'affirmative je laissais encore un mois environ la tige florale dans le sac de percale, puis le sac était retiré afin de laisser la maturité des graines se faire normalement. Ce procédé a été suivi pour toutes les hybridations dont le détail va suivre. Il a donné de très bons résultats dans les deux dernières catégories d'expériences.

J'avais essayé de féconder le *R. Raphanistrum* :

- 1^o Par *Isatis tinctoria*, pour expliquer le *Raphanus isatoides* décrit par CARRIÈRE (1);
- 2^o Par Rutabaga; dans le but d'expliquer les analogies de certains Raphanodes avec les Brassica;
- 3^o Par *Brassica oleracea*, pour expliquer des analogies du même ordre.
- 4^o Par *Sinapis arvensis*.

1^o Essai d'hybridation de *Raphanus Raphanistrum* par *Isatis*.

Le 7 mai, quatre pieds de *R. Raphanistrum*, comprenant environ cinq ou six fleurs chacun, étaient mis en expérience. Six

(1) *Revue Horticole*.

jours après l'ablation des étamines, on effectua une première hybridation avec du pollen d'Isatis; cette première hybridation fut suivie de deux autres, faites à la même heure deux jours différents. Au bout de huit jours, tous les pistils étaient tombés, sauf cinq qui semblèrent se développer. Il se forma cinq petites siliques qui jaunirent et tombèrent peu après.

Je n'ai donc pu observer aucun fruit; je n'ai obtenu aucune graine.

2^o *Essai d'hybridation de Raphanus Raphanistrum
par Rutabaga*

Les essais d'hybridation faits avec les Navets dits Rutabaga ne donnèrent pas de meilleurs résultats.

La Ravenelle 246 eut neuf fleurs débarrassées de leurs étamines le 8 mai. Ces fleurs furent fécondées trois fois par du pollen frais de Rutabaga les 10, 13 et 15 mai; huit jours après, quatre siliques se formèrent : deux grosses et deux petites, mais elles commencèrent vite à jaunir et tombèrent quinze jours après la dernière hybridation.

Le 8 mai, également, la Ravenelle 240 eut huit fleurs dépouillées de leurs étamines. Fécondées trois fois comme celles du 246, elles donnèrent deux toutes petites siliques; mais le résultat fut aussi négatif que celui du précédent essai.

3^o *Essai d'hybridation de Raphanus Raphanistrum
par Chou et Navet*

A) *Navet*. — L'ablation des étamines fut faite le 8 mai sur vingt fleurs de *Raphanus Raphanistrum* (n^{os} 221, 224 et 226).

Le n^o 226 donna après deux hybridations deux petits fruits qui tombèrent au bout de quinze jours. Les deux autres ne donnèrent aucun résultat.

B) *Chou*. — Avec le Chou, les essais furent faits à une époque plus avancée de la saison sans obtenir un meilleur succès. L'a-

blation des étamines eut lieu le 26 juillet; la première hybridation le 2 août, la deuxième le 3 août. Neuf fleurs de Radis n° 35 et huit fleurs de Daikon n° 66, fécondées avec du pollen de Chou, ne donnèrent aucun fruit.

4^o *Essai d'hybridation de Raphanus Raphanistrum
par Sinapis arvensis*

Les ravenelles 228, 229, 230, 209 et 234 furent fécondées par *Sinapis arvensis*.

L'ablation des étamines eut lieu le 28 mai, la première hybridation le 29 et la deuxième le 31 mai. Treize fleurs d'une première plante, cinq fleurs d'une seconde, cinq fleurs d'une troisième, sept fleurs d'une quatrième et sept fleurs d'une cinquième, soit en tout trente-sept fleurs, ne donnèrent aucun fruit. Le 237 et le 238 dont l'ablation des étamines eut lieu le 31 mai furent fécondés le 5 juin et le 7 juin. L'un avait neuf fleurs, l'autre cinq; ces quatorze fleurs ne donnèrent également aucun fruit.

Sur cinquante et une fleurs traitées, aucun résultat ne fut obtenu.

Découragée par ces multiples résultats négatifs, je n'ai pas continué mes recherches de ce côté. Sans vouloir affirmer que ces hybridations sont impossibles, je conclus de tout ce qui précède que, si elles sont possibles, elles sont au moins très difficiles. Les premières ébauches de fruits constatées sur quelques pieds, peuvent, je crois, s'expliquer par la parthénocarpie.

Les ressemblances observées chez certains *Raphanodes* avec des Choux, des Navets, des Isatis, des *Sinapis* ne pourraient donc pas s'expliquer par le croisement du *Raphanus Raphanistrum* avec ces divers genres de plantes. Sans néanmoins donner de solution affirmative, il semblerait que ces ressemblances accidentelles n'ont d'autre importance qu'un fait tératologique non héréditaire.

Le problème est bien différent quand il s'agit d'hybridations faites entre *R. Raphanistrum* et *R. sativus* ou inversement.

L'opération est alors facile et le pourcentage des réussites assez élevé.

II. CROISEMENT ENTRE RAPHANUS SATIVUS ET RAPHANUS RAPHANISTRUM

1^o *Raphanus sativus* par *Raphanus Raphanistrum*.

Les essais ont été tentés dans les deux sens et ils ont donné dans les deux cas des résultats satisfaisants.

Le premier groupe d'expériences, beaucoup moins nombreux que le second, permet néanmoins de démontrer qu'à la première génération il n'y a aucune différence entre un hybride de *R. Raphanistrum* par une variété de Radis et un hybride de la même variété de Radis par le même *R. Raphanistrum*.

Le 26 juillet, l'ablation des étamines fut faite sur

6 fleurs de Radis	n ^o 3;
9 —	n ^o 7;
8 —	n ^o 16;
6 —	n ^o 35;

Au total. . . 29 fleurs

furent mises en expérience. Hybridées le 2 août et le 3 août seulement, elles donnèrent :

Le n ^o 3, par 236	: 1 fruit;
7, par 253	: 2 —
16, par 238	: 4 —
35, par 270	: 1 —

TOTAL. 8 fruits pour 29 fleurs.

ce qui donne un résultat d'environ 30%.

A une époque différente, le Radis n^o 33 fut hybridé par le *R. Raphanistrum*, l'ablation des étamines eut lieu le 8 mai, la première hybridation le 10, la deuxième le 13 et la troisième le

15. Les quatre fleurs donnèrent quatre fruits, soit 100 %, contenant en tout dix-sept graines, lesquelles ont donné plus tard quinze pieds très vigoureux que nous étudierons bientôt sous le nom de n° 405.

Le fruit obtenu par le n° 3 hybridé par le n° 236 contenait trois graines, elles ont donné trois plantes repiquées ensuite avec le n° 430.

Les autres fruits n'ont pas été conservés. Mon temps était assez limité, je ne voulais pas suivre un nombre d'hybrides trop considérable. J'ai dû à mon grand regret abandonner bien des matériaux intéressants dans la collection considérable de graines provenant de fruits hybrides.

2° *Raphanus Raphanistrum* par *Raphanus sativus*.

En entreprenant cette deuxième catégorie de recherches, mon but principal était d'obtenir par synthèse les *Raphanodes* déjà obtenus d'une façon naturelle; aussi ai-je tenté des croisements entre le *Raphanus Raphanistrum* d'un côté et chacune des plus importantes variétés de *Raphanus sativus* de l'autre. L'obtention de graines fut facile dans tous les cas.

Avant d'étudier chaque groupe d'hybride, il me semble utile de donner des renseignements précis sur les résultats obtenus et le pourcentage correspondant 1° à l'époque de l'hybridation, 2° au nombre des fécondations.

Les premiers essais furent tentés au commencement de mai 1912, et les derniers au mois d'août de la même année.

Le 28 mai, la Ravenelle n° 225 fut mise en expérience pour être fécondée par du pollen de Radis n° 35.

L'ablation des étamines eut lieu le 28; la première hybridation le 31 mai et une seconde hybridation le 5 juin.

Deux fleurs traitées donnèrent deux siliques superbes à dix articles contenant en tout dix graines.

Le même jour, une Ravenelle fécondée par le Radis n° 46 donna trois graines. Les deux plantes qui en proviennent vont être étudiées sous le n° 404.

Une autre Ravenelle fécondée par le Radis n° 17 donna sept graines; cinq plantes n° 403.

Ce qui donne une moyenne d'environ 90 %.

Une autre hybridation fut tentée du 6 au 12 juillet 1912.

L'ablation des étamines eut lieu le 6 dans la matinée. Il n'y eut que deux fécondations, l'une le 8, l'autre le 12 juillet :

Nos	223, par le Radis n° 17. . . .	5 fleurs	0 fruits
226,	— 6. . . .	5 —	2 —
227,	— 15. . . .	3 —	1 —
234,	— 25. . . .	4 —	0 —
230,	— 43. . . .	6 —	3 —
229,	— 54. . . .	7 —	7 —
229,	— 45. . . .	5 —	3 —
228,	— 3 . . .	12 —	11 —
238,	— 32. . . .	5 —	3 —
238,	— 40. . . .	3 —	3 —
246,	— 52. . . .	4 —	3 —
246,	— 44. . . .	6 —	4 —
Soit au total.		65 fleurs	40 fruits

Si l'on réfléchit à la difficulté de semblables expériences, on peut facilement attribuer à des défauts inévitables de manipulation les cas où l'on n'a pas obtenu du 100 %.

Il est si facile en enlevant les étamines de blesser le pistil ! Il est si facile de se tromper quand il s'agit de juger de l'état de maturité du pollen utilisé pour les fécondations !

Je ne parle pas des déficits qui peuvent être occasionnés par les intempéries de la saison; pluies torrentielles, vent qui agite trop violemment le sac et autres accidents de ce genre.

On peut donc affirmer que le croisement entre *R. sativus* et *R. Raphanistrum* est non seulement possible, ce qui vient d'être prouvé, mais très facile à obtenir.

Une dernière hybridation fut tentée entre le 26 juillet 1913 et le 3 août Il n'y eut également que deux hybridations, l'une le 2 août, l'autre le 3, l'ablation des étamines ayant été faite le 26 juillet.

On a constaté que les réussites dans ce dernier essai étaient moins considérables que dans les essais précédents.

Il faut ajouter d'un autre côté que les conditions climatiques étaient particulièrement défavorables. Une pluie torrentielle est tombée les 27, 28 et 29 juillet. Beaucoup de pistils étaient détériorés avant qu'il soit possible d'effectuer la première pollinisation.

J'ai tenu à citer ces derniers essais pour prouver une fois

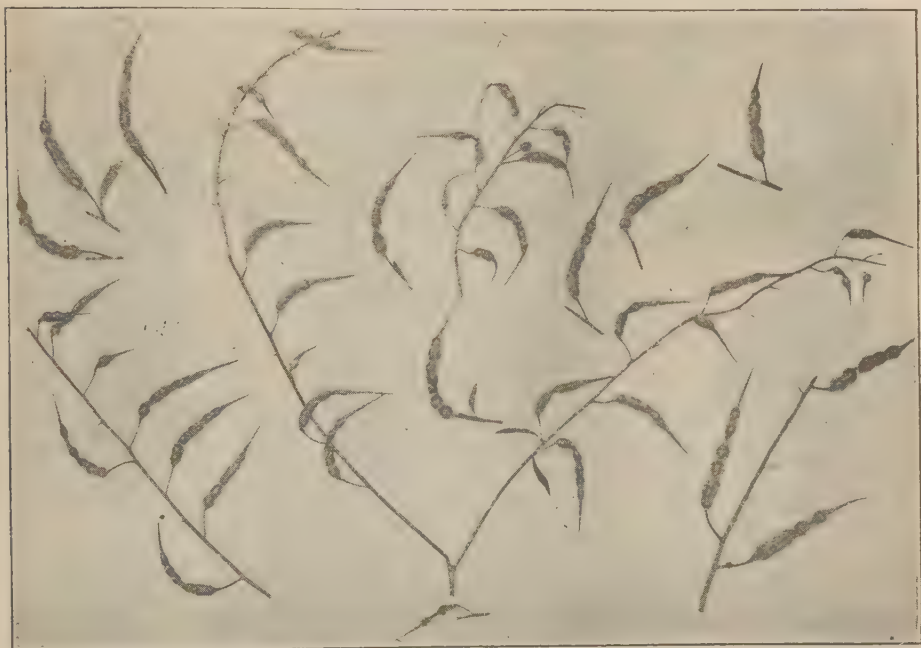


Fig. 136. — Variation des siliques du n° 407.

de plus que l'hybridation entre *R. sativus* et *R. Raphanistrum* est très facile, puisqu'elle s'effectue même lorsque les conditions extérieures semblent aussi défavorables que possible.

Au total j'ai obtenu une réussite de 73 %. Un choix fut fait parmi tous ces fruits. Quelques graines furent semées de suite, c'est-à-dire fin août 1913. Le premier groupe prit le n° 403, et le second le n° 404. Le premier était un hybride de Ravenelle par Radis n° 17 (Radis demi-long rose à bout blanc). Les sept graines semées donnèrent cinq plantes.

La germination demanda treize jours, du 1^{er} au 13 août. Les plantes cultivées en serre furent repiquées le 26 août. Elles présentaient déjà un commencement de tubérisation de l'axe hypocotylé.

Les cotylédons étaient très développés, la tige colorée en violet.

Le n^o 404 était un hybride entre la Ravenelle (*R. Raphanistrum*) et un Radis d'hiver le violet de Gournay n^o 46.



Fig. 137. — Comparaison des racines des nos 405 et 408.

Semé le 1^{er}, il commença à germer le 13 août, mais les trois graines ne donnèrent qu'une seule plante, très vigoureuse et non tubérisée, au moment où elle fut repiquée le 26 août sous châssis.

Les cinq plantes (nos 403 et 404) eurent rapidement des tubercules blancs à collet rose, des feuilles nombreuses, un peu plus dressées que celles des nos 400, 401 et 402, mais très comparables. Les six plantes passèrent l'hiver sous châssis et se développèrent rapidement au début du printemps. Leur hauteur

totale, au-dessus du sol, variait entre 1^m65 et 2 mètres. La tige avait une section d'environ 5 centimètres à la base. Les fleurs furent très nombreuses. La figure 121 donne une idée de l'aspect de ces plantes au mois de juin; c'était exactement le même que celui des n^{os} 400, 401 et 402.

Les fleurs du n^o 403 étaient blanches ou légèrement rosées, celles du n^o 404 étaient plus larges et teintées de violet.

Le pollen en tout point semblable à celui des n^{os} 400, 401 et 402, était formé de gros grains et de petits grains.

Il se forma un grand nombre de fleurs, stériles au début de la floraison; elles donnèrent en juillet de nombreuses siliques intermédiaires entre celles du *R. Raphanistrum* et celles du *R. sativus*. Un peu spongieuses, mais divisées en articles, elles adhéraient à la tige comme celles du *R. sativus*.

Nous n'avons pu trouver de différence entre ces hybrides et les plantes étudiées sous les noms des n^{os} 400, 401 et 402. Ce qui vérifie notre hypothèse.

Les plantes naturelles trouvées dans le champ de *R. Raphanistrum* obtenues dans les mêmes conditions que les Raphanodes, sont donc bien des hybrides entre *R. sativus* et *R. Raphanistrum*. Le reste de la collection des graines hybrides fut semé au printemps, le 10 et le 29 mars 1913.

Les graines germèrent et donnèrent des plantes semblables à celles provenant des semis d'hiver. J'ai observé néanmoins quelques différences dans l'ensemble. Les tubercules étaient plus gros dans le semis d'automne que dans le semis de printemps, les siliques plus longues dans les plantes du semis de printemps que dans celles du semis d'automne.

Tous ces caractères avaient été consignés par Carrière sur les plantes qu'il supposait être des Ravenelles améliorées.

Essayons maintenant, en suivant la descendance des hybrides obtenus, d'analyser la question d'un peu plus près

Ces recherches, tout en permettant de vérifier d'une façon approximative la loi de MENDEL, vont nous permettre de faire quelques observations sur l'hybridité.

Les n^{os} 405 et 408 semés comparativement sont suivis pour

étudier l'influence des sexes dans les produits obtenus par hybridation.

I. Le n° 405 est un hybride de Radis n° 33 par le *Raphanus Raphanistrum* et le n° 430 un hybride de *Raphanus Raphanistrum* par le Radis n° 33.

De même, les n°s 417 et 430 *Raphanus Raphanistrum* par le Radis n° 3 et inversement.

II. Les n°s 406, Ravenelle n° 232 par le Radis n° 5;
417, Ravenelle n° 228 par le Radis n° 3;
419, Ravenelle n° 226 par le Radis n° 6;
425, Ravenelle n° 229 par le Radis n° 45;
428, Ravenelle n° 234 par le Radis n° 25.

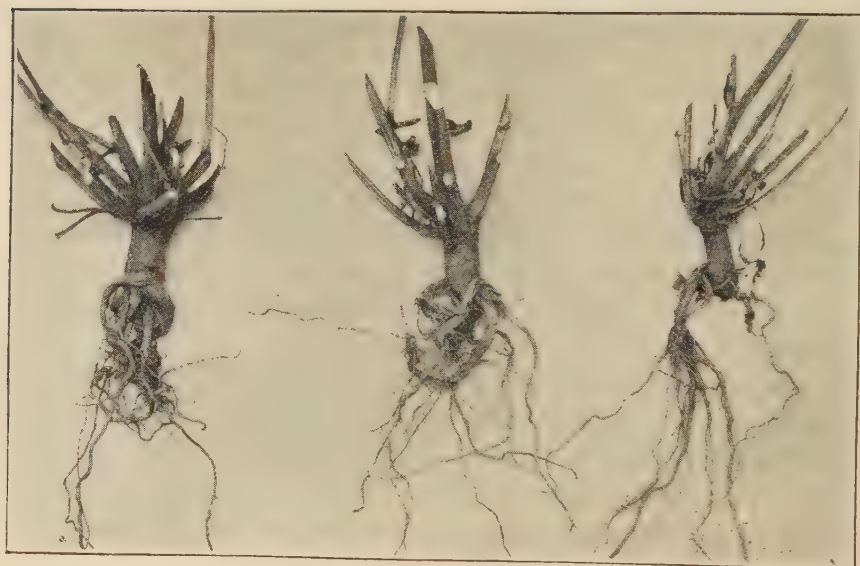


Fig. 138. — Hybride n° 405, première génération.

Pour étudier l'influence du pigment rouge des Radis n°s 5, 3, 6, 25 hâtifs et 45 Radis d'hiver sur la couleur du tubercule de l'hybride.

III. Les n°s 412, Ravenelle n° 229 par le Radis n° 54, Rave violette;
420, Ravenelle n° 227 par le Radis n° 15, demi-long, violet.



Fig. 139. — Photographie du champ d'hybrides semés le 10 et le 29 mars 1913
(au fond culture de Radis japonais).

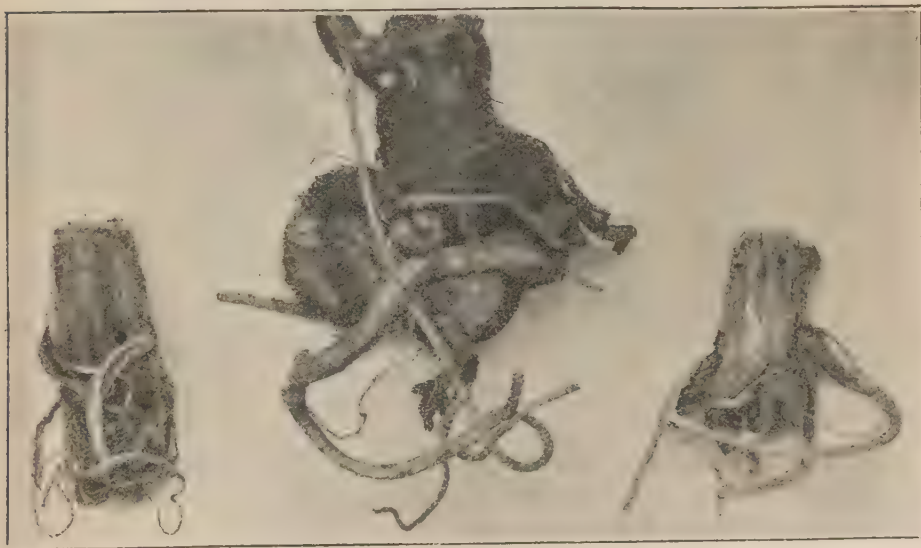


Fig. 140. — Racines des nos 403, 404 et 401.

Le n° 403 pesait 2 k. 650, son tubercule 120 gr. ; — le n° 404 pesait 2 k. 100, son tubercule 200 gr

Pour étudier l'influence du pigment violet :

- IV. Les n^{os} 407, Ravenelle n^o 243 par le Radis n^o 40;
410, Ravenelle n^o 222 par le Radis n^o 52;
432, Ravenelle n^o 238 par le Radis n^o 40.



Fig. 141. — Type moyen d'hybride 10 août 1913 (la plante entière pesait 2 k. 620.)

Pour étudier les hybrides obtenus avec des Radis blancs;
(blanc de Russie et Rave blanche transparente) :

- V. Les n^{os} 427, Ravenelle n^o 238 par le Radis n^o 32;
405, Radis n^o 33 par le *Raphanus Raphanistrum*;
408, *Raphanus Raphanistrum* par le Radis n^o 33.

Pour étudier ce que donne le pigment jaune du Radis dans l'hybride.

VI. Les n^{os} 411, Ravenelle n^o 225 par le Radis n^o 35;
416, Ravenelle n^o 240 par le Radis n^o 43.

Et enfin pour étudier le pigment noir du Radis chez les hybrides.

1^o RADIS ROUGE ET RAVENELLE

PREMIÈRE GÉNÉRATION DES N^{os} 406, 417, 419, 425 et 428

Semés le 29 mars 1912, sauf le 406 semé le 10 du même mois,



Fig. 142. — Tubercule du n^o 406, août 1913.

ils germèrent au bout de sept jours sous châssis. Cultivés d'a-

bord en pots ils furent repiqués le 29 avril dans un champ qui fut photographié deux mois après, au moment où les pieds commençaient à fleurir. La photographie donne une idée de la plantation de tout l'ensemble des hybrides obtenus. Ensemble qui comprenait plus de 120 pieds.

Étude de l'hybride n° 406.

Un pied le 29 avril avait déjà une racine tubérisée, blanche avec collet rose. Le 30 avril, neuf autres pieds furent examinés, huit étaient semblables au précédent, un neuvième tout blanc ne semblait pas avoir d'anthocyane. Le 10 juin, les plantes commencèrent à fleurir. Les tiges étaient rosées, les feuilles découpées, les fleurs blanches veinées de rose. Le calice des fleurs était rougeâtre, un pied avait les tiges très violettes.

Enfin, le 16 juillet, une nouvelle observation montra que tous les tubercules étaient blancs avec le collet et le haut de la racine très rose. La forme était allongée, mais modifiée par le repiquage.

Étude de l'hybride n° 417.

Un pied avait conservé l'aspect d'une Ravenelle. Les tubercules étaient blancs, peu tubérisés avec des oreillettes violettes à la fin d'avril.

Étude de l'hybride n° 419.

Je n'avais qu'un seul pied de cet hybride; il avait également l'aspect d'une Ravenelle et il n'était pas tubérisé à la fin d'avril.

Étude de l'hybride n° 425.

Cinq pieds de cet hybride furent étudiés. Un seul était tubérisé le 30 avril. Les cinq racines étaient blanches avec les oreillettes roses.

Le 16 juillet, les tubercules furent tous arrachés. Ils étaient roses avec l'extrémité blanche.

Étude de l'hybride n° 428.

Enfin le n° 428 n'avait qu'un seul type. Il présentait, le 30 avril, un tubercule allongé avec oreillettes roses. Au mois de juillet, le tubercule était blanc sans présenter aucune trace d'anthocyane.



Fig. 143. — Photographie donnant une idée d'ensemble des principaux genres de siliques trouvées sur les hybrides de *R. sativus* et de *R. Raphanistrum* et sur les croisements entre les principales variétés de Radis cultivés.

Les nos 405, 406, 425, 428 sont des hybrides ; — les nos 413, 414, 424, sont des croisements entre radis.

En résumé, tous les hybrides provenant d'un Radis rouge et d'une Ravenelle m'ont donné à la première génération des tubercules plus ou moins développés, mais tous semblables. La racine était blanche et le collet d'un rose souvent très accusé. La couleur des fleurs était semblable à celle des Radis corres-

pendants. Les caractères des hybrides pourraient donc se résumer dans le tableau suivant.

CARACTÈRES provenant de la Ravenelle	CARACTÈRES provenant des Radis	CARACTÈRES MIXTES
Aspect du feuillage. Tubercules ramifiés.	Port de la plante. Fleurs blanches. Racine tubérisée.	Durée de la germination : 7 jours. Couleur du tubercule : rose et blanc. Forme et structure des siliques.

La couleur blanche ou rosée des fleurs, la couleur du tubercule seraient donc des caractères dominants, alors que la couleur jaune des fleurs de ravenelle, la racine ligneuse et blanche seraient des caractères récessifs. Nous verrons ce que la deuxième génération d'hybrides donnera dans cet ordre d'idées.

Nous ne pouvons que constater une homogénéité parfaite à la première génération.

2° RADIS VIOLETS ET RAVENELLE

Le n° 412 et le n° 420 ne comprennent que treize pieds dont 10 n° 412.

Les tubercules étaient moitié violets, moitié blancs pour le n° 412.

Ils étaient non tubérisés et ressemblaient à des Ravenelles pour le n° 420, le 30 avril 1912.

Les fleurs étaient blanches, sauf trois pieds qui les avaient nettement lilas. Au mois de juin les tubercules des deux types étaient blancs à collet un peu rose, mais le plus souvent tout blanc. Au mois d'août, deux pieds n° 412 avaient des tubercules blancs à collet rose et un tubercule violacé.

Les Radis violets se conduisent donc comme les Radis rouges, et leurs hybrides ne diffèrent pas pour les deux catégories.

3° RADIS BLANCS ET RAVENELLE

Nos 407, 410 et 432.

Le n° 407 avait une plante; le n° 410, dix-huit plantes et le n° 432, une plante.

Le n° 407 donnait, fin avril, un tubercule blanc avec collet vert. Les dix-huit pieds du n° 410 avaient des tubercules blancs allongés, quelquefois présentant un collet vert-noirâtre, et le n° 432 ne différait des précédents que par ses oreillettes légèrement rosées.

Les fleurs de toutes les plantes étaient blanches, les feuilles dentées.

Le 16 juillet, au moment où les plantes furent arrachées, les tubercules étaient restés blancs avec néanmoins quelques pieds légèrement teintés de rose au collet.

Aucun des caractères des plantes hybrides ne permet jusqu'à présent de retrouver ceux des diverses races de Radis. Avec les Radis jaunes et noirs, les résultats sont quelque peu différents.

4° RADIS JAUNES ET RADIS NOIRS CROISÉS AVEC RAVENELLE

La comparaison entre les hybrides de Radis jaune avec Ravenelle et de Radis noirs croisés avec la même plante semble montrer une communauté d'origine entre ces deux groupes de Radis.

En effet, les plantes n° 427, n° 405 et n° 408 ressemblaient beaucoup au n° 411 et au n° 416. Le n° 405 eut seul une germination plus hâtive; semé le 10 mars, il était levé le 14, alors que tous les autres hybrides n'ont levé que le 17.

Le n° 405 comprenait quatorze pieds, qui présentaient une certaine dissociation le 30 avril.

Huit pieds avaient des tubercules noirs.

Sept pieds avaient des tubercules blancs à peine teintés de rose.

Les treize pieds du n° 408 étaient tous gris.

Mais sur six pieds du n° 411, deux étaient noirs et blancs.

Le n° 427 comprenait deux pieds ayant des tubercules blancs, peu développés, avec collet légèrement gris.

Le n° 416 n'était pas tubérisé, la racine était verte, les feuilles très découpées. Le 10 juin, le n° 405 et le n° 408 étaient fleuris.

Les fleurs blanches étaient veinées de lilas, les calices étaient formés de sépales rougeâtres; on retrouvait ainsi les caractères du Radis d'origine. Le 16 juillet, les caractères se précisent et permettent d'entrevoir une conclusion intéressante. Un pied du n° 405 avait des fleurs blanches sur la moitié des branches et des fleurs jaunes rappelant la Ravenelle sur l'autre moitié.

C'est le seul cas de dimorphisme observé dans toute la collection. Je le cite en passant, mais un certain nombre de fleurs furent autofécondées, et les graines obtenues seront semées et permettront des recherches plus précises dans la suite.

Le fait capital sur lequel j'insiste c'est que tous les pieds du n° 405 étaient noirs ou noirâtres à bout blanc.

Tous les pieds du n° 408 étaient noirs. Un seul pied avait l'extrémité blanche.

Le n° 411 était noir et long. Seul le n° 427 n'avait pas tubérisé et était resté blanc.

Donc Radis jaunes ou Radis noirs croisés avec Ravenelle donnent des tubercules noirs, noirâtres ou rarement blancs, ce qui permettrait de supposer que les variétés de Radis jaunes ne seraient que des hybrides ou mieux des métis entre Radis noirs et Radis blancs. Une hybridation faite sur une plante étrangère produirait la dissociation, et les caractères des ancêtres réapparaîtraient dans les descendants comme caractères dominants.

Le croisement d'un Radis et d'une Ravenelle est donc fécond. Toutes les plantes obtenues à la première génération ont de nombreux caractères qui permettent d'affirmer que l'espèce *Raphanus sativus* est une espèce simple. La durée de la germination est intermédiaire entre celle du *Raphanus Raphanistrum* et celle du *Raphanus sativus* et varie entre sept et treize jours avec une exception pour celle du n° 405, qui ne dura que quatre jours.

L'aspect de tous les hybrides est le même :

1° Végétation très intense, supérieure à celle des deux parents, surtout pour les plantes semées fin septembre;

2° Fleurs toutes blanches, quelquefois teintées de lilas. La teinte jaune n'apparaissant que comme un cas exceptionnel;

3^o Siliques nettement intermédiaires entre celles du *R. sativus* et celles du *R. Raphanistrum*.

La variation est certaine sur chaque pied depuis la silique de Ravenelle pure jusqu'à la silique de *R. sativus*. Elle est iden-



Fig. 144. — Comparaison des siliques d'une Ravenelle d'un Radis n^o 15 et, entre les deux, d'un hybride entre la Ravenelle et le Radis n^o 15.

tique d'un pied à un autre. Il semblerait que les premières fleurs donnent des siliques intermédiaires, que la seconde floraison donne des siliques se rapprochant davantage de celles des Ravenelles et que la troisième floraison ne donne que des siliques voisines de celles du Radis pur.

J'ai observé ce fait sur plusieurs hybrides, mais d'une façon

très nette sur un pied du n° 405. Il est facile de comprendre cette variation sur la figure 143.

Les siliques du n° 405 sont des siliques que j'appellerai mixtes, celles du n° 406 sont très voisines de celles de la Ravenelle et celles du n° 428 sont des siliques de Radis. Les siliques du n° 424, du n° 413, et du n° 414 qui sont des siliques de métis de Radis, permettent de faire la comparaison très facilement.

A part ces deux dernières floraisons qui semblent indiquer une fluctuation dans la forme de la silique, il est facile de montrer

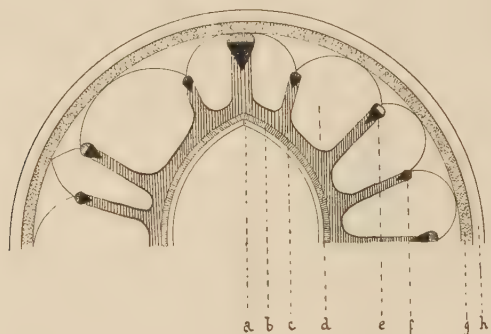


Fig. 145. — Schéma d'une coupe de silique d'hybride au niveau de la plus grande largeur.
a, épiderme interne; — b, hypoderme sclérifié; — c, zone à arcades; — d, parenchyme; — e, gros faisceau libéro-ligneux; — f, petit faisceau libéro-ligneux; — h, épiderme externe.

par la figure 144 que, dès la première floraison, la majorité des siliques est intermédiaire entre celles du *R. Raphanistrum* et celles du *R. sativus*.

En haut on a photographié des siliques de Ravenelles, au milieu des siliques d'hybrides entre Ravenelle et Radis n° 15, en dessous des siliques de Radis n° 15.

J'ai fait deux photographies, l'une avec des siliques sèches, l'autre avec des siliques fraîches; la différence est la même entre les trois groupes de siliques.

Des coupes longitudinales donnent des différences plus nettes encore. Le tableau des siliques étudiées précédemment donne une idée très précise des caractères mixtes présentés par les siliques hybrides.

Le tableau suivant donne une idée des poids et des grandeurs des principaux tubercules d'hybrides.

Tableau comparatif des tubercules d'hybrides

NUMÉROS de l'hybride	NATURE	POIDS	LONGUEUR du tubercule	DIAMÈTRE
410	222 par 52	0 ^{kg} 135	0 ^m 12	0 ^m 06
406	232 par 5	0 ^{kg} 130	0 ^m 10	0 ^m 05
408	249 par 33	0 ^{kg} 125	0 ^m 08	0 ^m 07
405	33 par R. Raphanistrum	0 ^{kg} 190	0 ^m 08	0 ^m 05
408 ₂	243 par 33	0 ^{kg} 115	0 ^m 08	0 ^m 05
405 ₂	33 par R. Raphanistrum	0 ^{kg} 120	0 ^m 08	0 ^m 08
405 ₃	33 par R. Raphanistrum	0 ^{kg} 060	0 ^m 07	0 ^m 04
408 ₃	249 par 33	0 ^{kg} 060	0 ^m 07	0 ^m 04

Des coupes transversales et microscopiques faites dans des

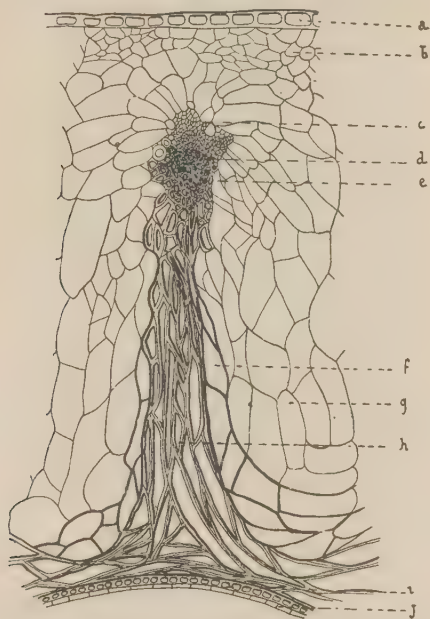


Fig. 146. — Coupe de silique d'hybride au milieu d'un article.

a, épiderme externe; — *b*, parenchyme externe; — *c*, liber; — *d*, bois; — *e*, faisceau libéro-ligneux; — *f*, partie extérieure des arcades non sclérisées; — *g*, parenchyme; — *h*, arcades sclérisées; — *i*, hypoderme sclérisé; — *j*, épiderme interne.

siliques d'hybrides au niveau de la plus grande largeur montrent

une structure se rapprochant beaucoup de celle des siliques de *R. Raphanistrum* étudiées au même niveau. La couche de parenchyme extérieure aux faisceaux libéro-ligneux se rapproche



Fig. 147. — Photographie du n° 410. (L'aspect un peu contourné des racines est dû au repiquage).

un peu de celle des siliques de *R. sativus* ; les faisceaux libéro-ligneux sont peut-être un peu plus rapprochés dans l'hybride que dans *R. Raphanistrum*, mais la différence entre la structure des siliques est peu considérable.

III. CROISEMENTS ENTRE RADIS

N ^{os} 413.	8 par 16	11 pieds
414.	37	11 6 —
415.	4	79 6 —
418.	8	48 1 —
421.	32	44 3 —
422.	35	8 8 —
424.	11	37 5 —
426. 14 fleurs de X	54	10 —
431.	7	79 1 —
433.	79	35 1 —

J'étudierai ces divers hybrides en quatre catégories distinctes :

- 1^{er} Groupe, Radis japonais blanc n° 79 par Radis français;
- 2^e Groupe, Radis rouge par Radis violet;
- 3^e Groupe, Radis rouge par Radis noir.

PREMIER GROUPE

Croisement de Radis japonais par Radis français.

- N^{os} 415, Radis rose n° 4 par le n° 79;
- 431, Radis rose n° 7 par le n° 79;
- 433, Radis n° 79 par le n° 35.

DEUXIÈME GROUPE

Croisement de Radis rouges par des Radis violets.

- N^{os} 413, 8 par le n° 16, rose par le Radis violet à bout blanc;
- 426, 11 par 54, rouge sang de bœuf par Rave violette.

TROISIÈME GROUPE

*Croisement de Radis rouges par des Radis noirs,
des Radis jaunes et des Radis gris*

- N^{os} 414, 37 par le n° 11, noir d'été rond, par rouge sang de bœuf;
- 421, 32 par le n° 44, rond jaune d'or, par rond écarlate de Pamir;
- 422, 35 par le n° 8, gris d'été rond, par rose;
- 424, 11 par le n° 37, rouge sang de bœuf, par noir d'été rond;

Le n° 418 est un essai de croisement entre le n° 8 rose et la Rave rose à bout blanc n° 48.

PREMIER GROUPE

Nos 415, 431 et 433.

Caractères du croisement n° 415.

Six pieds tubérisés blanc et violet avec le feuillage très caractéristique du Sakarajuma.



Fig. 148. — Hybride entre Radis n° 4 et Daikon n° 79.

Les fleurs sont larges, blanches et violettes comme celles du

Sakarajuma; les siliques sont grosses, courtes, glauques, comme celles du Sakarajuma (fig. 148); seuls les tubercules rosés rap-



Fig. 149. — Tubercule de l'hybride.
(poids 0 k. 250, un autre pesait 0 k. 120 et avait 0m 08 de long et 0m 12 de diamètre).

pellent le Radis n° 4, mais le tubercule est beaucoup plus développé que dans la variété n° 4 (Voir figure explicative).

Caractères du croisement n° 431.

Le n° 431 a donné un tubercule très ferme, rose foncé, forme olive allongée, avec de l'anthocyane rose sur les feuilles vertes.

Caractères du croisement n° 433.

Le n° 433 était très peu développé; au mois d'avril il donna un tubercule blanc à collet rose.

Dans les croisements entre le n° 79 et les Radis français, la forme des feuilles, des fleurs, des siliques est le caractère dominant chez le n° 79 et se retrouve chez l'hybride; la couleur du tubercule est également un autre caractère dominant du Radis rose français.

La figure 149 donne l'aspect du tubercule au moment où le n° 415 fut arraché.

DEUXIÈME GROUPE

Croisement de Radis rouge par Radis violet.

Nos 413, 8 par 16 rose par violet à bout blanc;
426, 11 par 54, rouge sang de bœuf par Rave violette.

Il y avait onze pieds de ce croisement; au moment de la germination, la tigelle et les cotylédons des plantules étaient violets.

Caractères du croisement n° 413.

Les tubercules obtenus furent violets en forme de toupie avec bout blanc.

Caractères du croisement n° 426.

Il y avait dix pieds de ce croisement. Les tubercules étaient blancs, très peu tubérisés, le collet était violet; un type avait même le collet et la tige d'un violet très foncé.

Les fleurs étaient blanches veinées de violet.

Quand on croise un Radis rouge par un Radis violet, le pigment violet semble être un caractère dominant. La forme du tubercule du métis reste intermédiaire entre celles des deux parents.

TROISIÈME GROUPE

Croisement de Radis rouge et de Radis noirs, jaunes ou gris.

Nos 414, 37 par 11, noir d'été rond par rouge sang de bœuf;
421, 32 par 44, jaune d'été rond par écarlate de Pamir;

422, 35 par 8, gris d'été rond par rose;
424, 11 par 37, rouge sang de bœuf par noir rond;
418, 8 par 48, rond rose par long rose.

Caractères du croisement du n° 414.

Le n° 414, semé le 29 mars 1913, était levé le 1^{er} avril. La plante prit très vite un aspect violacé. La tigelle et les cotylédons étaient violets comme pour le croisement n° 413, tandis que toutes les autres plantes étaient vertes.

Le n° 424 était également germé le 1^{er} avril; tous les autres n'ont germé que le 4 avril.

Les tubercules obtenus furent au nombre de sept. L'un était rose très allongé, l'un violet, les cinq autres couleur lie de vin à bout blanc.

Le 16 juillet, les tubercules furent à nouveau examinés.

L'un était nettement violet, l'autre rouge très allongé, un autre était violet, mais rond, trois autres étaient noir violacé, et un violacé clair.

Caractères du croisement n° 424.

Le croisement n° 424 est l'inverse du croisement n° 414. La plante mère est le Radis rouge sang de bœuf; le pollen est emprunté au Radis noir d'été. Il a donné cinq pieds, dont deux étaient tubérisés le 12 mai. Comme le n° 414 ils avaient été semés le 29 mars et avaient germé le 1^{er} avril. Ils étaient violets à bout blanc avec la forme d'une olive.

Le 16 juillet, il ne restait que quatre tubercules, tous violets, deux étaient ronds, deux allongés comme des Raves.

Quand on croise un Radis noir par un Radis rouge, on obtient toujours un Radis plus ou moins violacé.

Caractères du croisement n° 421.

Le croisement d'un Radis jaune par un Radis rouge va nous donner quelque chose de comparable, mais avec une dissociation plus grande.

Sur quatre pieds observés le 7 mai 1913, un mois environ après le semis :

L'un était jaune d'or allongé, avec des oreillettes roses;

L'un blanc allongé avec des oreillettes grises;

Un autre très allongé, oreillettes roses, mais à peine tubérisé;

Le dernier pied était gris et blanc avec des oreillettes roses.

Le 16 juillet la teinte violette était revenue, un type était violet allongé;

Le deuxième, gris allongé;

Le troisième, blanc à collet rose;

Le quatrième ne s'était pas développé.

Le croisement entre un Radis rose et un Radis jaune nous donne donc du jaune, du violet, du gris et du blanc. La teinte rouge a disparu presque entièrement.

L'étude du n° 422 va nous permettre de contrôler ces résultats puisqu'il provient d'un croisement entre un Radis gris et un Radis rose.

Caractères du croisement n° 422.

La dissociation est peut-être plus grande encore que pour le croisement n° 421.

Sur huit tubercules :

Trois sont violets avec la forme d'une olive;

Un pied est rose violacé;

Un autre, tout à fait rose et très rond;

Un autre, violet très allongé;

Et un huitième, blanc pur.

Au total :

Quatre violets;

Un violacé;

Deux roses, dont un à bout blanc;

Et un blanc.

Cette dissociation laisse supposer que les parents avaient été obtenus par croisement avec d'autres variétés. Ces résultats donnés par l'hybridation confirment, du reste, ce que faisait pré-

voir l'étude spectroscopique des pigments, puisque les Radis noirs, jaunes, gris et blancs font partie d'un même groupe, neutre sur la lumière spectroscopique, groupe opposé à celui formé par les Radis roses et à celui formé par les Radis violets, que tout porte à considérer comme des produits de croisement entre le premier et le deuxième groupe de Radis.

Nous sommes également amenés à remonter ainsi aux trois races primitives décrites par LENICER, DALECHAMPS et GÉRARDE : les Radis noirs, les Radis blancs et les Radis roses (Voir planche en couleurs).

Toutes les autres variétés proviennent de ces trois groupes primitifs par hybridation ou culture : les violets provenant des roses et des noirs ; les gris et les jaunes, d'une série de croisements plus ou moins complexes qui tendent à se dissocier dès qu'on cherche à les hybrider avec d'autres variétés.

Ces premiers résultats ont donc déjà un certain intérêt en eux-mêmes ; mais, pour préciser ces données, il est nécessaire de poursuivre ces expériences pendant plusieurs générations. Pour cela, dès le printemps 1913, un certain nombre de pieds hybrides furent isolés afin de permettre de faire d'une façon raisonnée l'étude de leur descendance.

Avant d'entreprendre cette étude, il nous faut dire quelques mots d'un essai d'hybridation tenté entre *Raphanus Landra* et *Raphanus Raphanistrum*. Cet essai isolé était destiné à rechercher si le *Raphanus sativus* ne serait pas lui-même un produit d'hybridation.

L'ablation des étamines fut faite le 8 mai sur la Ravenelle jaune n° 298.

La première fécondation eut lieu le 10 mai, la deuxième le 13 et la troisième le 15.

Dès le 20 mai, les fleurs ainsi travaillées avaient donné dix siliques assez développées pour faire espérer un succès complet. En effet, quelques semaines après, elles donnèrent des fruits superbes contenant de bonnes graines. Ces graines, semées avec toute la collection le 10 mars, ont germé le 17 et ont donné des plantes vigoureuses dont neuf furent étudiées.

Les plantules eurent des cotylédons non veinés très différents de ceux des croisements de *Raphanus sativus* par *Raphanus Raphanistrum*.

Sur six pieds, l'un eut les fleurs jaunes, les cinq autres les eurent



Fig. 150. — n° 409, hauteur totale 1m 65.

blanches (On avait opéré avec un *R. Landra* MORETTI blanc et un *Raphanus Raphanistrum* LIN. jaune).

Les siliques ont été nombreuses, très allongées et un peu intermédiaires entre celles de *R. Landra* et celles de *R. Rapha-*

nistrum. La figure 150 donne une idée d'une de ces plantes en août 1913.

Elles n'avaient aucun rapport avec des siliques de *R. sativus*; l'hypothèse précédente doit donc être abandonnée. A titre de curiosité scientifique, des graines pures de cet hybride ont été conservées et viennent d'être semées.

ÉTUDE DE LA DEUXIÈME GÉNÉRATION DES HYBRIDES PRÉCÉDEMMENT ÉTUDIÉS

Le grand nombre de matériaux accumulés ne nous a pas permis de suivre, pour étudier la deuxième génération des hybrides, la même méthode que nous avons employée pour étudier la première.

L'expérience nous avait appris que chez les *Raphanus* l'auto-fécondation naturelle est très difficile quand on isole seulement quelques fleurs: aussi ai-je eu l'idée de faire confectionner de grandes cages de toile qui protégeraient à la fois toutes les fleurs d'une même plante.

La fécondation croisée pouvait donc s'effectuer, mais le pollen des plantes voisines ne pouvait que très difficilement pénétrer à l'intérieur des cages.

J'ai adopté deux modèles, construits du reste de la même façon, mais de dimensions différentes.

L'ossature était en bois blanc, le tour de la cage recouvert de percale fine qui ne laissait pas passer le pollen quand elle était sèche, mais qui pouvait en laisser passer quelques grains quand elle était humide.

Pour diminuer les causes d'erreur qui auraient pu provenir des grains de pollen entraînés par l'eau, le couvercle des cages était recouvert de papier paraffiné gris.

Il s'emboîtait sur l'ossature de la cage et une bande de percale rendait la fermeture hermétique. Le couvercle dépassait la cage de 11 centimètres afin de mieux protéger la toile contre la pluie battante.

La cage enfonçait dans le sol par quatre piquets ayant 0^m 12 de longueur. La base était protégée contre les insectes ou les limaces par un montant de bois ayant 0^m 10 de hauteur. La figure 151 donne un aperçu général des deux genres de cages.

Le 24 juin 1913, neuf plantes furent ainsi enfermées en cage.



Fig. 151.

De temps à autre, en soulevant avec précaution le couvercle, on se rendait compte de la manière dont elles se comportaient.

Toutes se développèrent très normalement, et toutes donnèrent des siliques en quantité suffisante. Nous allons donc pouvoir suivre la descendance des nos 415 (Radis n°4 rose par Daïkon n° 79 Sakarajuma) : deux pieds de cet hybride furent mis en expérience afin de pouvoir contrôler les résultats. De même deux pieds du n° 405 (n° 33 par *R. Raphanistrum*); un pied du n° 422 (n° 35, Radis noir, par n° 8 Radis rose); un pied du n° 408 (*Raphanus Raphanistrum* par n° 33); un pied du n° 414 (Radis gris n° 37 par Radis n° 11 rouge sang de bœuf); un pied

du n° 411 (*R. Raphanistrum* par Radis noir n° 35), et deux pieds du n° 409 (*Raphanus Raphanistrum*, par *Raphanus Landra*).

Les nombreuses siliques obtenues furent recueillies avec soin.

Quelques graines furent semées le 3 octobre, les plantes abritées sous châssis se développent. Un deuxième semis a été fait sur couche en janvier et un troisième au printemps.

Les résultats de ce dernier semis ne pourront être consignés dans ce travail; ils seront publiés plus tard. Nous espérons pouvoir donner bientôt ceux des deux premiers semis.

Avant d'aborder cette étude d'une façon méthodique, il semble intéressant de consigner une observation faite en septembre 1913.

Les hybrides avaient été repiqués dans un champ (fig. 139) où l'on n'avait jamais semé de Radis avant cette plantation. Les pieds étaient très isolés les uns des autres et faciles à repérer; un plan exact de ce champ où chaque pied figurait avec son numéro d'ordre rendait l'opération plus facile encore.

Or, vers la fin de septembre un grand nombre de plantules poussèrent en touffe autour de chaque pied. Il s'était fait un véritable semis naturel qui n'avait pas, sans doute, une précision scientifique bien grande, mais qui présentait néanmoins un certain intérêt.

En arrachant tous les pieds d'une même touffe on était frappé de constater une diversité très grande parmi des pieds de plantes trouvés les uns à côté des autres et provenant vraisemblablement du même pied mère. A côté de types de *R. Raphanistrum* purs on retrouvait des types hybrides et, ce qui est le plus intéressant, de véritables Radis, bien tubérisés et colorés.

Cette observation nous fait donc prévoir que l'hybride de *R. Raphanistrum* et de *R. sativus* va se conduire comme un hybride mendélien, les deux types primitifs se retrouvant dès la deuxième génération, mélangés aux types hybrides semblables à ceux de la première génération.

CHAPITRE III

DÉGÉNÉRESCENCE DES RADIS CULTIVÉS

Nous venons de voir dans les chapitres précédents que la transformation de *Raphanus Raphanistrum* L. en *Raphanus sativus* L. est impossible en quelques générations lorsqu'on se met à l'abri de l'hybridation.

Pour traiter la question dans toute son ampleur il nous reste à voir maintenant s'il est possible de faire dégénérer le *Raphanus sativus* et si cette dégénérescence le rapproche de *Raphanus Raphanistrum*. Comme dans le premier chapitre de ces recherches nous diviserons la question en deux parties et nous étudierons :

- 1° La dégénérescence naturelle de *Raphanus sativus*;
- 2° La dégénérescence des radis autofécondés.

Dans cette deuxième partie il nous faudra faire une subdivision indispensable et étudier :

- a) La descendance des radis normaux.
- b) La descendance des radis anormaux présentant des cas tératologiques.

1^{er} CAS : DÉGÉNÉRESCENCE NATURELLE

Dans une notice qui date de 1863 M. DE VILMORIN (1) indique qu'en 1857 le Radis violet de Gournay (n° 46) avait donné comme

(1) Notice sur quelques plantes potagères peu répandues ou nouvelles. Vilmorin-Andrieux, 1863.

descendants un mélange de Radis à racines blanches, violettes et noires.

Plus récemment, en 1906, M. Philippe DE VILMORIN fit à Verrières une expérience comparable (1) qui dura plusieurs années. En partant du « Radis rouge vif sans feuille », variété dans laquelle le feuillage est réduit aux cotylédons, et en choisissant chaque année pour porte-graine la plante s'écartant le plus du type mis en expérience, on est arrivé à obtenir, dès la troisième génération, des Radis blancs, roses, gris, noirs, de formes et de grosseurs diverses. M. DE VILMORIN ajoute même que plusieurs pieds étaient non tubérisés et que ces pieds ne tardèrent pas à devenir prédominants. J'ai appris que dans cette dernière expérience les plantes n'avaient pas été strictement isolées.

D'après ce que nous avons vu dans le chapitre précédent, ces cas de dégénérescence peuvent s'expliquer par des hybridations. Dans mes cultures personnelles j'ai recherché si ces cas étaient fréquents. En suivant la descendance naturelle des milliers de pieds de Radis cultivés à l'École d'agriculture de Grignon, nous n'avons observé, M. PICHENAUD et moi, que quelques pieds présentant une descendance hétérogène. Le cas est donc exceptionnel en culture normale, mais il est naturel. Dans le chapitre précédent j'ai donné une photographie d'un pied aberrant, recueilli dans un semis de Radis demi-long à bout blanc n° 17, qui se rapproche beaucoup d'un *Raphanus Raphanistrum* avec néanmoins une racine tubérisée. Nous avons obtenu par synthèse des plantes semblables et nous avons démontré que ce sont des hybrides entre *Raphanus sativus* et *Raphanus Raphanistrum*.

En croisant deux variétés de Radis de couleurs différentes, nous avons vu également qu'on peut obtenir dès la première génération un mélange de Radis de couleurs diverses, couleurs dont le nombre varie suivant la nature des variétés qui ont servi à faire le croisement.

Dans un autre ordre d'idées, sans altérer ni la couleur de la

(1) *Hortus Vilmorianus*, 1906, p. 97.

racine, ni la couleur de la fleur, ni la forme du fruit, il est possible d'obtenir des *Raphanus sativus* qui ne tuberisent pas. L'examen des plantes d'herbier nous avait montré la chose possible, nous indiquons seulement ici le moyen de les obtenir.

Ces moyens sont très simples et très nombreux, nous pouvons donc en conclure que la plante originelle des *Raphanus sativus* n'était pas tubérisée.

Une collection de cinquante-quatre variétés de Radis européens, comprenant une vingtaine de graines de chaque variété, fut semée le 9 septembre 1912 en pleine terre. Aucun pied n'a tubérisé, beaucoup ont fleuri et sont montés à graines au printemps. Un premier moyen d'obtenir des Radis non tubérisés consiste donc à les semer dans une saison peu favorable au développement du tubercule, à l'entrée de l'hiver par exemple.

On peut encore semer les Radis dans un terrain sableux sans les arroser ni les fumer, aucun ne tubérise.

L'expérience fut faite en serre avec les Radis :

- Nos 2, Radis à forcer rond rose à bout blanc;
- 43, Radis noir gros rond d'hiver;
- 46, Radis violet de Gournay.

Aucune de ces plantes n'a tubérisé. On arriverait encore au même résultat en semant les graines d'une manière très serrée : les plantules, gênées dans leur développement par leurs voisines, montent à graines sans tubériser.

Le caractère de tuberisation ou de non-tuberisation de la partie radicale de la plante n'est donc pas un caractère spécifique et ne pourrait suffire à différencier le *Raphanus sativus* des autres espèces voisines.

Le Radis oléifère de Chine ne tubérise pas.

J'ai cultivé, en 1912 et en 1913, des variétés de *Raphanus sativus* du Tonkin qui tuberisent dans leur pays d'origine. Aucune n'a tubérisé en France, à Grignon, quelle que soit la date à laquelle je les ai semées. La date du semis correspondait toujours avec celle des semis de Radis chinois ou japonais : variétés qui

ont souvent donné des tubercules et quelquefois de très gros tubercules.

Ces variétés tonkinoises sont les suivantes, nous les avons déjà étudiées au point de vue botanique :

- Nos 108, Cucai de Phu-Thy;
 110, Cucai Chan-chi;
 109, Cucai de Thouch-Ba;
 111, Cucai whan.

Malgré l'absence de tubercules, aucun des caractères spécifiques de *Raphanus sativus* L, ne semblait modifié.

Cette première série d'observations nous conduit donc aux conclusions suivantes :

1^o Le caractère de tubérisation observé chez la plupart des *Raphanus sativus* est un caractère acquis par la culture et qui disparaît quand les conditions culturales qui l'avaient fait naître ne sont plus favorables;

2^o En général, la non-tubérisation de la racine ne modifie pas la structure des siliques;

3^o Quelquefois les caractères botaniques de la plante peuvent être modifiés. Un *Raphanus sativus* peut se rapprocher d'un *Raphanus Raphanistrum*, mais, comme ce fait s'observe chez les hybrides de ces deux plantes, on peut supposer, lorsqu'on ne se met pas à l'abri du pollen étranger, que ces cas de transformations n'ont pas d'autres causes que l'hybridation.

2^o CAS : DÉGÉNÉRESCENCE DES RADIS AUTOFÉCONDÉS

α) RADIS ANORMAUX

Dans les cultures de Radis on observe souvent des variations d'un autre genre qui semblent se produire d'une façon spontanée. Ces variations peuvent être considérées comme des cas tératologiques.

1^o Variation dans la forme des cotylédons.

Nous avons vu que normalement la plantule de *Raphanus sativus* avait deux cotylédons libres entre eux et bien développés. Certains auteurs, comme M. MOTTET (1), ont observé des Radis dont les cotylédons sont soudés et forment une sorte de coupe au-dessus du tubercule.

M. DE VILMORIN a observé le même phénomène depuis de longues années. Dans la variété « à forcer rouge vif sans feuilles »,



Fig. 152. — Monstruous seedling radish (reproduit d'après *The Gardeners' Chronicle*).

M. SIMONOT a constaté que les pieds aberrants se trouvaient dans la proportion de 20 % dans la descendance; 10 % seulement répondaient exactement à la description ci-dessus. Cette anomalie peut donc, dans une certaine mesure, devenir héréditaire.

Dans une publication anglaise (2), on cite un exemple du même genre. Cette nouvelle plante monstrueuse aurait été obtenue en France par M. G. TOURET-GRIGNAN, à Saint-Maur-les-Fosses. L'aspect de la plante est un peu différent de l'exemple précédent, c'est pourquoi il nous a semblé intéressant de le reproduire (fig. 152).

2^o Variation dans la forme du tubercule.

Des cas tératologiques plus curieux encore s'observent sur les

(1) *Revue Horticole*, 1897, p. 211.

(2) *The Gardeners' Chronicle*, 1896, p. 703.

tubercules. Dans la *Revue Horticole* (1) on décrit dès 1851 des Radis présentant une superposition de tubercules au-dessous de la tige florale.

On cite (2) également un fait du même genre en 1909 dans un semis de Radis rond écarlate, le premier exemple provenait d'un semis de Radis rose.

J'ai observé moi-même beaucoup d'exemples du même phéno-



Fig. 153. - Radis anormaux, première planche.

mène. Toutes les plantes présentant cette particularité ont été photographiées en 1911 (fig. 153).

Repiquées aussitôt après avoir été photographiées, elles se

(1) *Revue Horticole*, 1851, p. 192, article de M. PÉPIN, plante obtenue par M. HÉRICART.

(2) *Revue Horticole*, 1909, p. 172, article de M. VIGIER.

développèrent au printemps 1912. Leurs fleurs furent autofécondées et les graines obtenues furent semées en 1913.

Je me proposais de voir si ces formes aberrantes sont héréditaires. L'expérience fut faite également pour des pieds ayant des tubercules plus ou moins fourchus, représentés sur la photographie suivante et sur des pieds présentant d'autres anomalies du même ordre, également photographiés à la même époque.



Fig. 154. — Radis anormaux, deuxième planche.

Pour plus de précision, je vais donner le détail de ces expériences.

Le semis de Radis fait le 18 août 1911, comprenant cinquante-deux variétés françaises, avait été arraché en automne. Parmi tous les pieds normaux on remarqua neuf tubercules ayant l'aspect des plantes de la photographie n° 153 de cette série. Ils appartenaient aux variétés suivantes :

- Nos 2, Rond rose;
- 5, Rond rose;

- 17, Demi-long rose à bout blanc;
- 18, Demi-long rose à bout blanc;
- 9, Rond rose;
- 24, Demi-long rose.

Huit autres plantes avaient les racines bifurquées (Voir pho-

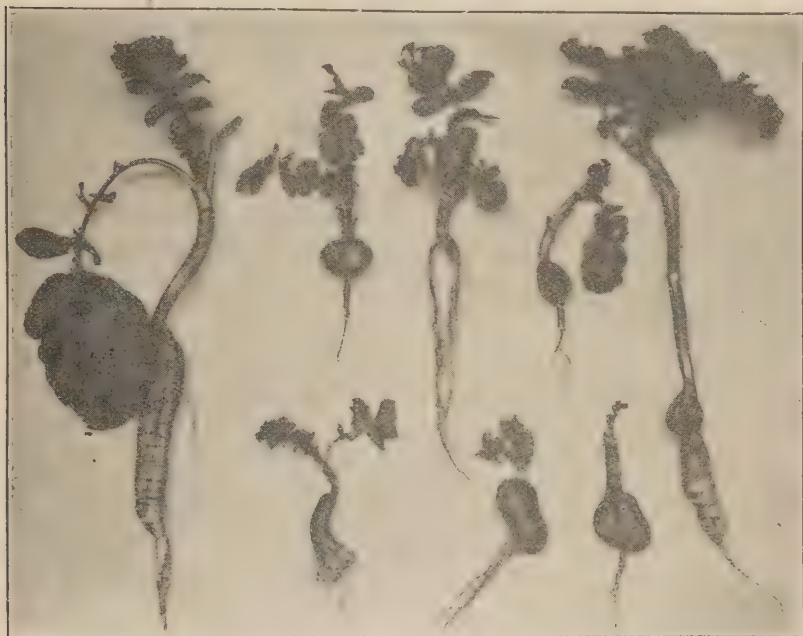


Fig. 155. — Radis anormaux, troisième planche.

tographie n° 154), les tubercules anormaux de cette deuxième catégorie appartenaient aux variétés :

- Nos 7, Rond rose;
- 24, Demi-long écarlate;
- 38, Noir long d'été;
- 40, Blanc de Russie;
- 47 a, Rave rose longue saumonée;
- 48, Rave rose à bout blanc.

Enfin, sur une troisième plaque (fig. 155), j'ai réuni tous les tu-

bercules un peu extraordinaires ne rentrant pas dans les deux catégories précédentes, ils appartenaienent aux variétés :

- N^{os} 2, A forcer rond rose à bout blanc;
8, Rond rose hâtif;
10, Rond écarlate hâtif;
19, A forcer demi-long écarlate à bout blanc;
52, Rave à forcer blanche transparente;
47 B, Rave rose longue saumonée.

Ces vingt-quatre pieds de Radis furent mis en pots et placés sous châssis pour passer l'hiver; repiqués en pleine terre le 11 mars 1912, ils ont presque tous fleuri. Un certain nombre de fleurs ont été isolées dans les sacs de linon blanc précédemment décrits. A la fin d'août 1912 je possédais les graines autofécondées suivantes :

- N^{os} 24, Demi-long écarlate (trois graines);
2, Radis à forcer rond rose à bout blanc (six graines);
48, Rave rose à bout blanc (douze graines);
38, Noir long d'été (huit graines);
24, Demi-long écarlate (six graines);
7, Rond rose (deux graines);
21, Radis à forcer rond rose à bout blanc (dix-huit graines).

Elles furent semées avec soin dans des caisses de bois et elles ont toutes donné des pieds normaux, sauf la variété n^o 2₁, dont un pied était allongé, et la variété n^o 24, qui présentait pour un pied le même phénomène. Des graines naturelles de la variété n^o 2₁ ont donné un mélange de pieds hybrides blancs, violets, roses ou violacés. Ce fait constitue une vérification inespérée de l'hypothèse soutenue dans le paragraphe précédent.

La descendance des Radis autoféconds est normale, la descendance de Radis non autoféconds, cultivés exactement dans les mêmes conditions, peut être très hétérogène. L'hybridation, impossible dans le premier cas et possible dans le second, me semble être la seule cause qui puisse expliquer ces différences très intéressantes.

β) RADIS NORMAUX

L'étude de la descendance des Radis normaux autofécondés fut poursuivie pendant trois années sans donner néanmoins de résultats définitifs, elle se poursuit du reste encore actuellement.

Nous pouvons cependant diviser en deux groupes les faits observés au cours de cette étude. Dans une première série de recherches nous avons essayé de nous rendre compte de l'amplitude de la variation que peuvent subir les descendants autofécondés d'un Radis normal cultivé dans des conditions ordinaires. Dans une deuxième série de recherches nous avons essayé de suivre la descendance de Radis dégénérés.

1° *Radis normaux cultivés en pleine terre.*

L'expérience fut faite sur les variétés suivantes :

- N^{os} 42, Noir gros long d'hiver;
- 9 bis, Rond rose à bout blanc, race du Midi;
- 7, Rond rose;
- 23, Demi-long rose à bout blanc, race du Midi;
- 15, Rond violet hâtif;
- 54, Rave violette;
- 52, Rave à forcer blanche transparente;
- 17, Demi-long rose à bout blanc;
- 13, Rond blanc petit hâtif.

Deux graines de la première variété ont donné deux pieds normaux;

Cinq graines du n^o 9 bis ont donné cinq pieds roses allongés;

Trois graines du n^o 7 ont donné trois pieds normaux;

Six graines du n^o 23 ont donné : 1° trois pieds normaux;
2° un pied rond et deux pieds roses très pâles;

Deux graines du n^o 15, qui est un Radis rond, ont donné deux pieds allongés;

Huit graines du n^o 54 ont donné huit pieds normaux; de même

trois graines du n° 52, quatre graines du n° 17 et sept graines du n° 13.

Nous pouvons donc conclure de cette première série de recherches que des Radis, dont les graines ont été autofécondées, peuvent varier dans certaines limites :

1^o Des Radis ronds peuvent donner des Radis plus ou moins allongés et de même teinte;

2^o Des Radis à teintes claires peuvent donner des descendants à teintes plus foncées;

3^o Des Radis à teintes foncées peuvent donner des descendants à teintes claires;

4^o Des Radis à bouts blancs peuvent donner des descendants ayant des tubercules unicolores. La forme des Radis, leur nuance dans une couleur donnée ne semblent donc pas être des caractères très stables. Ces caractères peuvent se transmettre par hérédité mais d'une façon variable, les diverses variétés qu'ils servent à établir ne se maintiennent que par une sélection attentive.

Par contre, je n'ai jamais observé un Radis noir donnant avec des graines obtenues par autofécondation des descendants rouges ou jaunes. Les trois grandes divisions établies par GÉRARDE parmi tous les Radis cultivés semblent donc correspondre à des types bien fixés; de véritables petites espèces jordaniennes.

2^o Radis cultivés dans des conditions de dégénérescence.

L'expérience fut faite un grand nombre de fois sur les variétés suivantes :

- Nos 2, Radis à forcer rond rose à bout blanc;
- 17, Radis à forcer demi-long rose à bout blanc;
- 43, Radis noir gros rond d'hiver;
- 46, Radis violet de Gournay.

Ces plantes furent semées en serre dans des pots remplis de sable peu nutritif et très rapprochées.

La variété n° 2 résista à la dégénérescence et, ne pouvant tubé-

riser dans la terre faute de place, les plantes tubérisèrent au-dessus du sol. Seuls quelques pieds ne donnèrent pas de tubercules, ils fleurirent mais il me fut impossible d'obtenir des graines autofécondées.

La variété n° 17 ne donna aucune plante sans tubercules, tous les Radis levèrent et tubérisèrent, soit dans le sol, soit au-dessus du sol, aucun ne fut par conséquent suivi.

Les variétés n°s 43 et 46, au contraire, se développèrent sans tubériser; ils fleurirent, mais il nous fut impossible d'en obtenir des graines.

Les essais furent repris en octobre 1913. Les plantes se développent actuellement, j'espère apporter bientôt sur ce point des résultats positifs.

Les expériences de ce genre sont assez délicates car il faut trouver d'une façon empirique le moyen d'obtenir sur des Radis dégénérés des graines absolument pures, la chose est particulièrement difficile.

En effet, si les Radis ne sont pas cultivés dans des conditions très défavorables, ils tubérisent; si ces conditions sont trop défavorables, les Radis ne tubérisent pas, mais ils s'étiolent et les plantes meurent sans pouvoir mûrir leurs fruits.

Cependant, ces expériences ne doivent pas être impossibles et c'est pourquoi je les continue en ce moment. Elles forment le complément indispensable des travaux de génétique qui viennent d'être décrits.

RÉSUMÉ DU TRAVAIL — CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Malgré son nom modeste, le Radis (*radix*, racine) par la rapidité de son développement, par ses qualités nutritives et par l'aspect appétissant de ses tubercules, mérite à juste titre d'être considéré comme *une manière de manne de nos jardins*, suivant la pittoresque expression de LA QUINTINIE. Il n'est donc pas étonnant de constater que ce précieux légume ait été apprécié par nos ancêtres depuis les époques les plus reculées.

Mentionné en Égypte des milliers d'années avant notre ère, en Chine 450 ans av. J.-C., il fut connu également par les anciens Grecs et les anciens Latins. Il est possible de suivre les progrès de sa culture en Europe au moins depuis le quinzième siècle d'une façon très certaine.

J'ai essayé au cours de ce travail d'étudier, au triple point de vue historique, morphologique et botanique, les principales variétés de cette plante si universellement cultivée.

Afin d'en retrouver l'origine, je lui ai rapidement comparé toutes les espèces sauvages dont l'ensemble forme avec elle le genre *Raphanus*.

Dans le but d'approfondir et de contrôler ces études, j'ai porté tous mes efforts, dans la seconde partie de ce mémoire, sur le terrain biologique.

Ces différentes recherches m'ont amenée aux conclusions suivantes :

I

Toutes les variétés de Radis cultivés semblent se rapporter à deux types distincts :

1^o Le type *Raphanus sativus* L;

2^o Le type des Radis japonais : *Raphanus sativus forma Raphanistroides* (MAKINO) ou le *Raphanus acanthiformis* de MOREL.

Au sein de la première de ces deux grandes espèces, on pourrait retrouver quatre petites espèces secondaires :

α) Le Radis chinois et tonkinois, à feuilles entières, qui a traversé sans se modifier plus de mille années;

β) Le Radis noir, dont on retrouve l'existence depuis le seizième siècle au moins;

γ) Le Radis blanc, qui semble plus ancien encore;

δ) Enfin, le Radis rouge ou rose.

Ces trois dernières petites espèces jordanienues ont les feuilles plus ou moins découpées; la forme de leurs feuilles ne semble pas avoir pour elles l'importance de la pigmentation de leur tubercule. Depuis quatre cents ans ces trois types ont donné toute une série de formes secondaires qui semblent n'avoir qu'une importance très faible au point de vue systématique.

Dans toutes ces petites espèces la silique reste globuleuse, avec un mésocarpe spongieux sans présenter à l'extérieur d'étranglements prononcés.

Le type n^o 2 formé par l'ensemble des Radis japonais présente un caractère différent sur ce point. La silique est étranglée plus ou moins à l'extérieur et, tout en restant globuleuse, elle est formée à l'intérieur d'un mésocarpe à la fois spongieux et résistant.

Ces deux types évoluent parallèlement quant à la forme de leurs tubercules qui peuvent être ronds, demi-longs ou longs. Les formes longues semblent les plus anciennes et les plus fixes.

Tous les tubercules de Radis contiennent, suivant le mode de culture, suivant la variété et suivant la hauteur du tubercule, des quantités variables d'hydrates de carbone. Les variétés

chinoises à feuilles entières ou à feuilles découpées contiennent en général beaucoup plus d'amidon que toutes les autres variétés japonaises ou européennes.

Ces variétés contiennent également une forte proportion de sucres réducteurs et non réducteurs.

En culture normale, les Radis européens et japonais contiennent peu d'amidon, mais ils contiennent toujours plus ou moins de sucres réducteurs et non réducteurs dans leurs feuilles et dans leurs tubercules. Cette quantité totale varie entre 1 gramme et 4 grammes pour 100 grammes de matière fraîche; elles atteignent parfois 6 à 7 grammes dans la partie des tubercules qui se trouve au-dessus du sol.

Les pigments anthocyaniques des radis colorés, sauf ceux des variétés noires, jaunes ou grises, virent avec les acides et les bases. Les solutions ainsi obtenues sont actives sur la lumière et donnent deux groupes de spectres : les spectres des variétés rouges et roses; les spectres des variétés violettes.

La forme des feuilles évolue à l'intérieur des deux espèces, parallèlement à son évolution sur une plante donnée. Toujours entière au début du développement de la plantule, la feuille peut garder ce caractère à l'état adulte (première petite espèce de Radis cultivés). En général, elle devient composée d'un plus ou moins grand nombre de folioles suivant l'âge de la plante et les variétés. Dans le type japonais, ces folioles peuvent même devenir si nombreuses qu'elles s'imbriquent les unes sur les autres. Nous retrouvons le même caractère de variabilité dans les pétales. Leur forme varie non seulement dans les deux espèces de Radis cultivés dont nous parlons maintenant, mais elle varie dans le même sens et entre les mêmes limites au sein de toutes les autres espèces de *Raphanus*.

L'évolution des siliques est beaucoup plus limitée que celle des organes précédemment décrits. Cette évolution s'effectue depuis le stade *R. sativus* à siliques globuleuses jusqu'au stade *R. Sativus forma Raphanistroides* qui se rapproche de *R. Raphanistrum*.

On constate dans chaque espèce une certaine fixité dans la

structure de ces fruits en sorte que, dans le *R. sativus* vrai, je n'ai jamais observé de formes qui permettent de le confondre avec le *R. forma Raphanistroides*.

Ce dernier semble évoluer davantage vers le *Raphanus sativus* vrai; sans qu'il soit possible toutefois de trouver sur des pieds de Radis japonais une silique ayant tous les caractères de celles des Radis français ou chinois.

La forme *R. s. forma Raphanistroides* est spontanée en Chine et au Japon, seule la forme *Raphanus sativus* vrai ne semble pas avoir de représentants à l'état tout à fait spontané.

L'étude des herbiers nous a permis de retrouver la plante à l'état subspontané depuis le Caucase jusqu'à l'île de Ténériffe. Elle conserve tous ses caractères botaniques, et il semble difficile de l'assimiler à aucune des espèces sauvages de *Raphanus* connues.

II

Au point de vue biologique j'ai examiné de très près la théorie de CARRIÈRE et d'HOFFMANN qui consiste à considérer le *Raphanus sativus* comme dérivant directement de *Raphanus Raphanistrum* et je suis arrivée sur ce point aux conclusions suivantes :

1^o Il est impossible, en quelques générations, de transformer le *R. Raphanistrum* en *R. sativus*, si l'on a soin de se servir uniquement de graines provenant d'autofécondation, pour effectuer les semis successifs;

2^o Cette transformation est parfaitement possible si l'on ne se met pas à l'abri du pollen étranger et les plantes ainsi obtenues ont tous les caractères d'hybrides entre *R. sativus* et *R. Raphanistrum*;

3^o Ces deux plantes en effet peuvent facilement s'hybrider et donner à la première génération des plantes qui ont :

- a) Un tubercule voisin de celui du Radis cultivé;
- b) Des feuilles de *R. Raphanistrum*;
- c) Un port de Radis cultivé;
- d) Des fruits intermédiaires entre les fruits des deux parents.

A la deuxième génération ces hybrides se dissocient et semblent revenir aux deux types originels;

4° Les croisements entre Radis européens et Radis japonais donnent des résultats comparables;

5° Des croisements entre Radis européens donnent au contraire des résultats très différents. Ils fournissent des descendants qui se conduisent comme des métis. Beaucoup de variétés de Radis proviennent de croisement entre deux variétés anciennes. Ce fait a lieu notamment pour les variétés grises et violettes, peut-être pour les variétés jaunes;

6° Si l'on fait dégénérer un *Raphanus sativus*, il ne semble pas se rapprocher de *R. Raphanistrum*, à moins qu'il n'ait été hybridé avec du pollen de cette espèce. Un Radis cultivé perd rapidement la faculté de tubériser, mais la forme de ses fruits semble rester absolument fixe.

Le Radis cultivé ne dérive donc certainement pas de *Raphanus Raphanistrum*, au moins dans les limites des vérifications historiques.

III

Quelle serait donc l'origine du Radis cultivé? Comme je le disais précédemment, cette origine me semble être double :

1° Les Radis japonais descendent des *R. sativus forma Raphanistroides* spontanés en Chine et au Japon;

2° Les Radis européens et chinois semblent avoir comme origine un autre type sauvage qui serait devenu très rare actuellement ou qui peut-être aurait disparu. Ce type originel a dû croître dans l'Asie Centrale, près du Caucase, et, comme l'a si judicieusement supposé DE CANDOLLE, sa culture se serait répandue à l'est jusque vers la Chine et le Tonkin, à l'ouest, jusque vers l'Europe et le nord de l'Afrique. Sous l'influence des climats différents, la plante aurait acquis des qualités particulières; ces qualités se seraient fixées au cours des âges et leur ensemble aurait servi à distinguer dans la suite les principales variétés de Radis cultivés.

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ :

Géologie. — Caractères stratigraphiques généraux du Lutétien du Bassin de Paris.

Zoologie. — Les Myriapodes : organisation, développement et classification.

VU et APPROUVÉ :

Paris, le 17 mars 1914.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

PAUL APPELL.

VU :

ET PERMIS D'IMPRIMER :

*Le Vice-Recteur
de l'Académie de Paris,*

L. LIARD.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION	1
Plan du travail.	3
Énumération des variétés étudiées	5
HISTORIQUE.	9
Le Radis en Chine	10
Le Radis en Égypte.	16
Le Radis chez les Grecs et les Latins	17
Le Radis en Europe depuis le neuvième siècle jusqu'au seizième siècle.	20
Le Radis au seizième siècle	22

PREMIÈRE PARTIE

RECHERCHES MORPHOLOGIQUES ET BOTANIKES

CHAPITRE I

Études morphologiques et chimiques sur les tubercules de Radis cul- tivés.	37
Différences de couleur.	39
Action des solutions anthocyaniques sur la lumière.	45
Tableau des absorptions spectroscopiques des solutions addi- tionnées d'acides et de bases des pigments de Radis.	47
Différences de formes des tubercules de Radis.	48
Radis européens.	48
Radis chinois.	60
Radis japonais (Daïkons).	64
Étude chimique des tubercules de Radis. Recherches des hydrates de carbone.	79
Analyses chimiques	84 et 85

CHAPITRE II

	Pages
Étude morphologique et botanique des <i>Radis</i> cultivés	88
Étude morphologique de la feuille	88
Étude morphologique de la fleur.	101
Étude morphologique et anatomique du fruit	109
Anatomie.	117

CHAPITRE III

Les <i>Raphanus</i> sauvages	122
Plantes décrites sous le nom de <i>R. sativus</i>	127
Les <i>Raphanus sativus</i> subspontanés.	131
<i>Raphanus</i> sauvages de la même section que les <i>Radis</i> cultivés.	137
<i>Raphanus</i> sauvages de la section <i>Raphanistrum</i>	143
Affinités des principales espèces de <i>Raphanus</i>	154
Anatomie des siliques de quelques <i>Raphanus</i> sauvages.	154

DEUXIÈME PARTIE

RECHERCHES BIOLOGIQUES

CHAPITRE I

Essais d'amélioration du <i>Raphanus Raphanistrum</i>	163
Exposé des expériences de CARRIÈRE.	164
Expériences personnelles :	
1° Plantes autofécondées.	168
2° Hybrides naturels	178
Discussion	190

CHAPITRE II

Hybridation chez les <i>Raphanus</i>	192
I. Essai de croisement entre des genres différents de Crucifères.	192
II. Croisement entre <i>Raphanus sativus</i> et <i>Raphanus Raphanistrum</i>	196
III. Croisement entre <i>Radis</i>	215

CHAPITRE III

Dégénérescence des <i>Radis</i> cultivés	226
Dégénérescence naturelle.	226
Dégénérescence des <i>Radis</i> autofécondés	229
<i>Radis</i> anormaux	229
<i>Radis</i> normaux.	235
RÉSUMÉ DU TRAVAIL — CONCLUSIONS GÉNÉRALES.	238

